

Proyecto:
Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial (PI)

Documento Técnico Unificado (DTU) del Trámite de Cambio
de Uso de Suelo Forestal
Modalidad B- Regional con Estudio de Riesgo

Resumen Ejecutivo

Noviembre 2021

Contenido

1.	Descripción del proyecto	3
2.	Objetivos del proyecto	3
3.	Ubicación	4
4.	Inversión requerida.....	4
5.	Programa general de trabajo	5
6.	Descripción del Proyecto.....	5
7.	Requerimientos de agua	6
8.	Residuos	7
9.	Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.....	8
10.	Vinculación con los Instrumentos Jurídicos Aplicables	8
11.	Sistema Ambiental Regional	9
12.	Evaluación de los impactos ambientales.....	10
13.	Justificación para la Autorización del Cambio de Uso de Suelo.....	17
14.	Estrategias para la Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales	17
15.	Pronósticos Ambientales Regionales y Evaluación de Alternativas.....	18
16.	Conclusiones	18

1. Descripción del proyecto

- Se trata de un proyecto eléctrico de emergencia para respaldar el Sistema Eléctrico Baja California, que se instalará en un predio, en San Luis Río Colorado, Sonora.
- El proyecto se pretende ubicar en la coordenada geográfica central Latitud 32°25'5.73" N, Longitud 114°42'53.44" O, el cual ocupará una superficie total de 9 hectáreas.
- Se instalarán 22 motogeneradores de combustión interna (MCI) que operarán con gas natural y podrán utilizar diésel como combustible alternativo, en contingencias que afecten el suministro de gas natural.
- La capacidad total de generación neta de verano es de 201.855 MW + 5 %, utilizando gas natural, y de 195.735 MW +/- 5 %, utilizando diésel.
- El proyecto incluye una Subestación Eléctrica

Los motores de combustión interna (MCI) son máquinas térmicas que producen energía mecánica en el eje a partir de la transformación de la energía química del combustible en un proceso de combustión dentro de la cámara de combustión.

El MCI, proporciona un rápido y sencillo método para la generación o transformación de energía, opera con una variedad de combustibles que están comúnmente disponibles. Desde su concepción y especialmente en los últimos años, enormes esfuerzos de investigación y recursos se han empleado para mejorar su rendimiento a tiempo de reducir su impacto sobre el medio ambiente.

Una vez que el Proyecto entre en operación, durante los periodos de tiempo indicados para los años 2022, 2023 y 2024, se integrará al Mercado Eléctrico Mayorista y se mantendrá en operación según el requerimiento del Sistema Eléctrico Baja California derivado debido a que desde el verano del 2019, el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) le notificó a la Comisión Reguladora de Energía que el Sistema Eléctrico Baja California se encuentra en una condición inminente de racionamiento que puede afectar el suministro de la energía eléctrica a los usuarios finales. Con la entrada en operación de este proyecto emergente se reforzará el suministro de energía eléctrica en la región para apoyar las necesidades básicas y productivas de la población, ya que el servicio actual es insuficiente para garantizar un abasto confiable y continuo durante el periodo de verano.

2. Objetivos del proyecto

Satisfacer el suministro de energía eléctrica en la región norte de Baja California y noroeste del municipio de San Luis Río Colorado, Sonora; debido a que el CENACE ha tenido la necesidad de emitir la declaratoria correspondiente del "Estado Operativo de Alerta del Sistema Eléctrico Baja California" en los periodos de verano 2019, 2020 y 2021, temporadas de máxima demanda de energía.

3. Ubicación

El proyecto se ubica a 3.29 km de la localidad de San Luis Río Colorado, en el municipio de San Luis Río Colorado, Sonora, particularmente en la coordenada geográfica central: Latitud 32°25'5.73" N, Longitud 114°42'53.44" O.

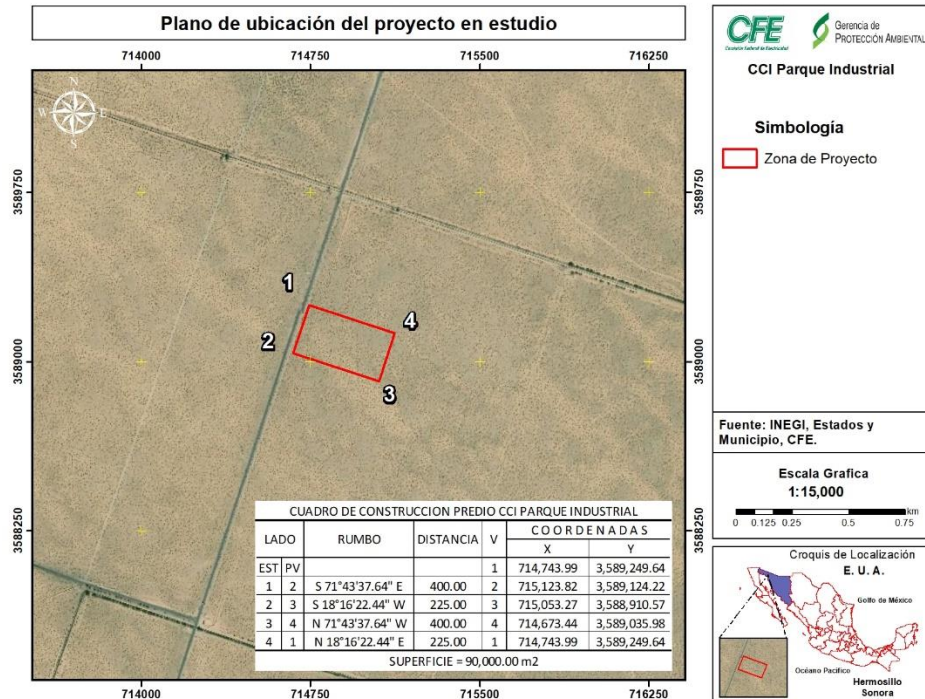


Figura 1. Ubicación del Proyecto.

4. Inversión requerida

En la **Tabla 1** se presentan los costos de inversión para realizar el proyecto, así como los costos de las medidas de mitigación de impactos ambientales.

Tabla 1. Costos del Proyecto y de las medidas de mitigación de impactos ambientales.

Conceptos	Pesos M. N.	U.S. Dollar
Proyecto	\$ 3,583,310,000	\$ 179,170,000
Medidas de mitigación de impactos	\$ 20,000,000	\$ 1,000,000

Inversión total	\$ 3,603,310,000	\$ 180,170,000
-----------------	------------------	----------------

Nota: Se considera una paridad de \$20.00 pesos por USD.

5. Programa general de trabajo

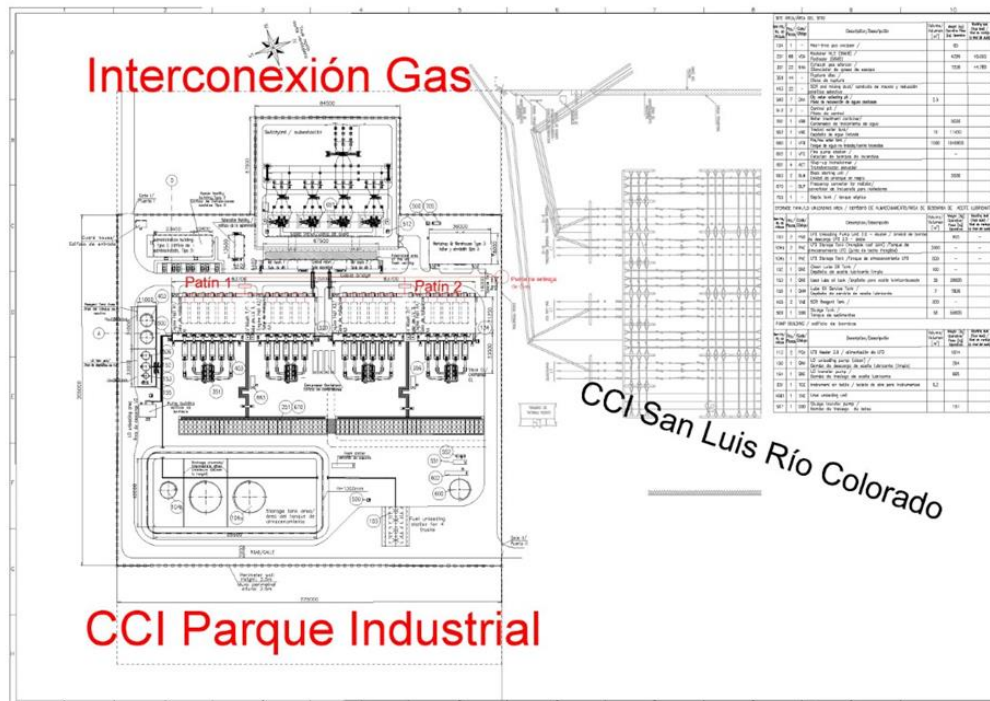
A continuación, se presenta el Programa General de Trabajo para el Proyecto Central de Combustión Interna Parque Industrial, tabla 2.

Tabla 2. Programa General de trabajo

Etapa	Tiempo
Preparación del Sitio y Construcción	9 meses
Operación y Mantenimiento	25 años
Abandono	1 año

6. Descripción del Proyecto

En la **Figuras 2** se ilustra el arreglo general del proyecto, así como el denominado Gasoducto de donde se suministrará el gas natural para la operación de los MCI.



Los motogeneradores de combustión interna serán del tipo W20V34DF con capacidad de 9,0 MW en cada una. Los motogeneradores serán instalados con la consideración de un arreglo de dos salas de máquinas, en donde se incluyan sus equipos auxiliares requeridos para la operación y mantenimiento. En la Figura 3 se presenta el tipo de motor de generación eléctrica como los que se instalarán.

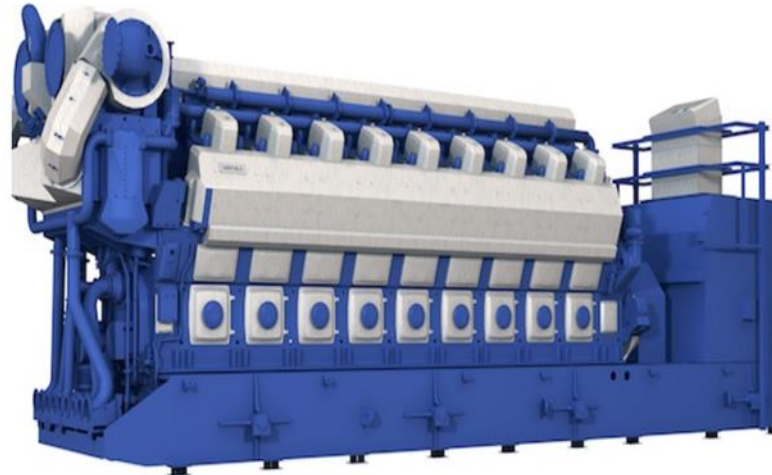


Figura 3. Ejemplo de un motor de combustión interna para generación eléctrica-
motogenerador Dual- Fuel Wärtsilä

7. Requerimientos de agua

El agua para consumo humano se abastecerá mediante garrafones de agua.

El sistema de agua Vs. Sistema contra incendios y servicios contará con un tanque de almacenamiento de 300 m³ de capacidad (similar a los que se muestran en la Figura 4) para suministrar agua a las diferentes necesidades de la central, entre ellos, al sistema cerrado de enfriamiento de los motogeneradores. El agua será suministrada por una empresa especializada y autorizada por la autoridad competente.



Figura 4. Tanque para agua de una capacidad de 700m³

8. Residuos

En cuanto a los residuos sólidos urbanos, se estima una generación de 51.6 kg/día, durante la Construcción, y 10 kg/día durante la Operación. Estos residuos se dispondrán en el sitio autorizado por el municipio de San Luis Río Colorado.

En cuanto a los residuos peligrosos, su generación corresponderá a estopas y trapos impregnadas de aceite; independientemente del volumen en que se genere, su manejo se realizará cumpliendo con la normatividad aplicable en la materia.

Para el servicio sanitario durante el proceso de preparación del sitio y construcción del proyecto se contratará un servicio de letrinas portátiles, a razón de una letrina por cada 20 trabajadores. Una vez en Operación, la Central de Combustión Interna Parque Industrial contará con los servicios sanitarios móviles necesarios para los operadores y vigilantes. En todos los casos, los residuos sanitarios serán recolectados, manejados y dispuestos por una empresa especializada; se verificará que cuente con las autorizaciones correspondientes, tanto para el funcionamiento como para la disposición final de los desechos.

9. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

La vida útil del proyecto se estima de 25 años, a partir del inicio de la operación comercial, y es difícil establecer por anticipado los programas para el desmantelamiento de la infraestructura, ya que en primera instancia se buscará alargar la vida útil de la Central o bien al ser desmantelada, utilizar el predio para alojar instalaciones relacionadas con el sector eléctrico, tales como: almacenes, oficinas, subestación eléctrica, entre otros. En cualquier caso, se respetará el uso de suelo vigente en el momento del desmantelamiento.

En esta etapa, programada para llevarse a cabo en un año (en caso de ser necesario).

10. Vinculación con los Instrumentos Jurídicos Aplicables

Los instrumentos de planeación y ordenamientos que aplicables a la región que fueron analizados para vincular legalmente al proyecto son los siguientes:

- Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio
- Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Sonora
- Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de San Luis Río Colorado
- Programa Regional de Ordenamiento Territorial de San Luis
- Plan Estatal de Desarrollo Sonora 2016- 2021
- Plan Municipal de Desarrollo San Luis Río Colorado 2019- 2021
- Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población San Luis Río Colorado, Sonora
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y sus Reglamentos en materia de Evaluación del Impacto Ambiental y en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmosfera
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento
- Ley de la Industria Eléctrica y su Reglamento
- Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Sonora
- Programa Sectorial de Energía 2020 - 2024
- Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2019- 2033
- Programa Ambiental México- Estados Unidos: Frontera 2025

Las principales Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto son las siguientes:

- NOM-045-SEMARNAT-2017
- NOM-050-SEMARNAT-2018
- NOM-052-SEMARNAT-2005
- NOM-054-SEMARNAT-1993
- NOM-059-SEMARNAT-2010
- NOM-080-SEMARNAT-1994
- NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012

- NOM-161-SEMARNAT-2011

11. Sistema Ambiental Regional

El área de estudio o sistema ambiental se delimitó considerando uno de los criterios establecidos en el instructivo para la elaboración del DTU del trámite de cambio de uso de suelo forestal, es decir, las microcuencas (Figura 5).

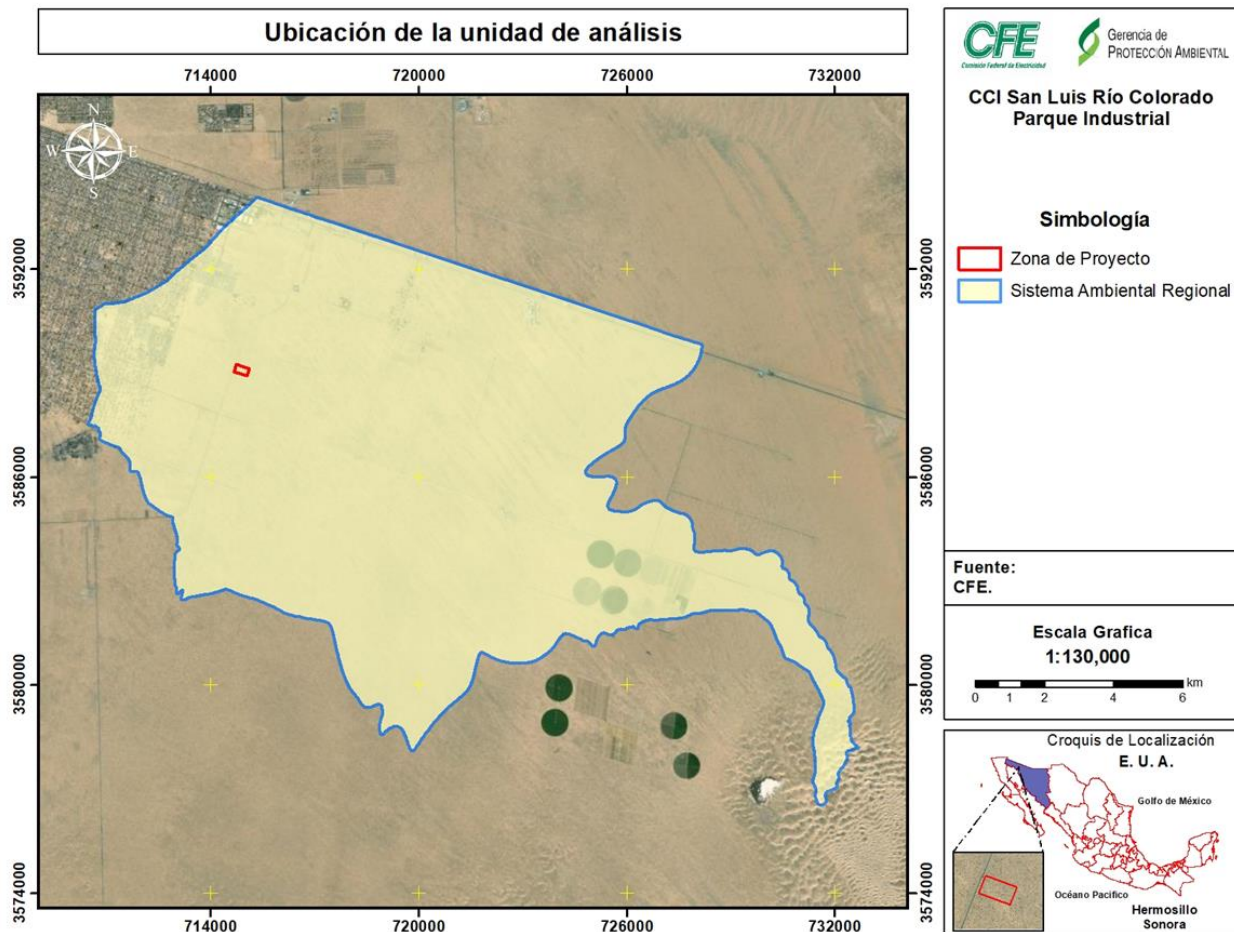


Figura 5.- Ubicación geográfica de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal CHF o sistema ambiental SAR) Microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado.

A continuación, se presentan los principales aspectos ambientales del SAR.

El SAR proyectado para el Proyecto CCI Parque Industrial se ubica, acorde con el INEGI (Figura 7) la mayor parte del uso de suelo corresponde a vegetación secundaria arbustiva de

vegetación de desiertos arenosos, seguido de vegetación de desierto arenosos, asentamientos humanos y en menor proporción agricultura de riego permanente.

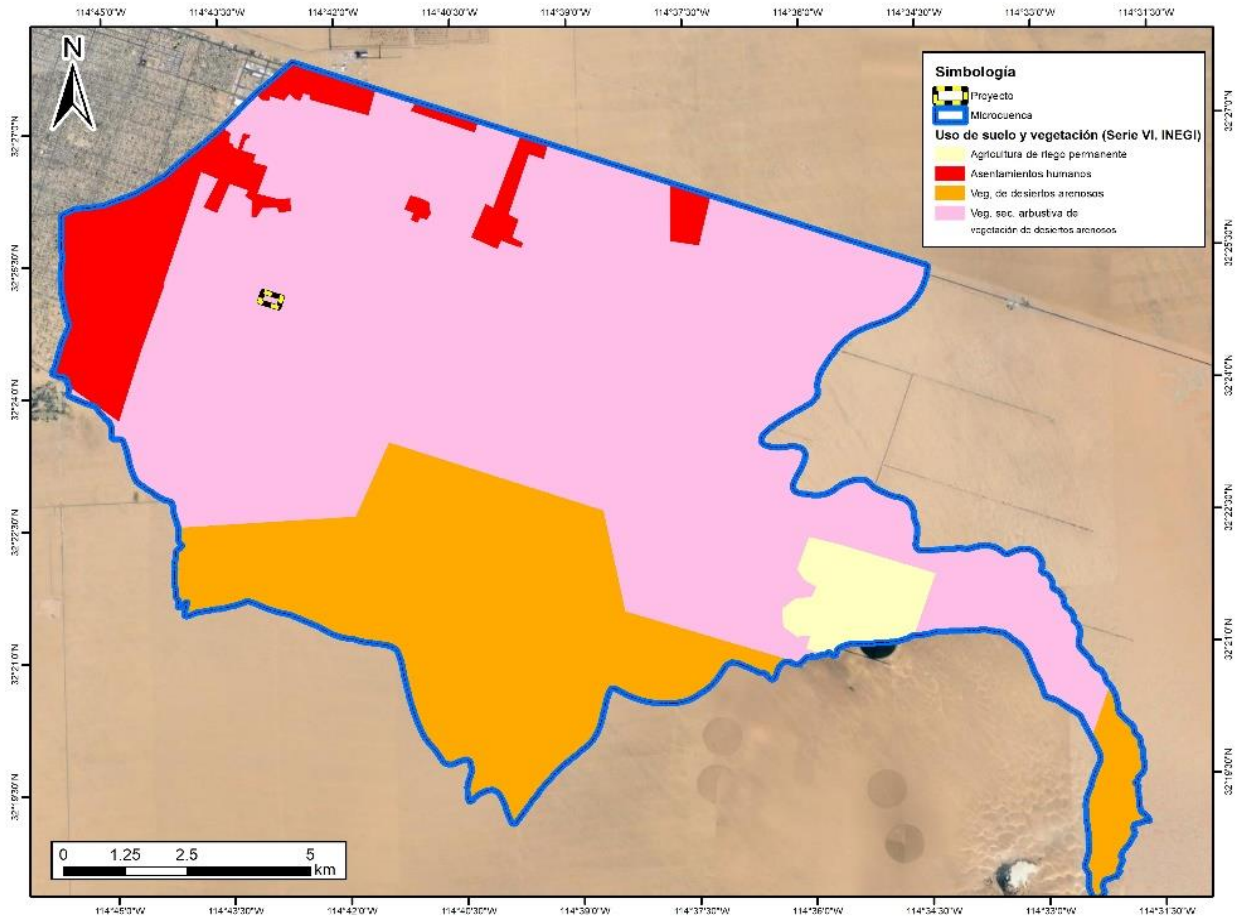


Figura 6. Uso de suelo y Vegetación dentro de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) Microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado.

12. Evaluación de los impactos ambientales

El desarrollo del proyecto CCI Parque Industrial en el predio seleccionado dentro de la CHF o SAR ocasionará impactos ambientales a los factores físicos, bióticos, socioeconómicos y paisajísticos. La mayoría de estos impactos serán de baja significancia, pues son mitigables. La mayoría de estos no presentaron atributos complementarios (sinergia y acumulación).

Los impactos ambientales referente al desmonte y despalme en la etapa de preparación del sitio, y el de excavaciones, nivelación y compactación del terreno son las actividades que tendrá mayores repercusiones sobre la cobertura vegetal y geomorfología (topografía y suelo); ya que la vegetación tendrá que ser eliminada y la topografía y suelo alterados en estructura y pendiente; sin embargo, con la implementación de un esquema de programas se busca mantener una cubierta arbustiva y herbácea, con lo cual se evitara el derribo de una buena parte de la superficie de uso forestal; adicionalmente se implementarán acciones para proteger *in situ* y rescatar especies de flora y fauna protegidas, lo que reducirá significativamente el referido impacto.

De los resultados obtenidos por el modelo de dispersión atmosférico en la estimación de las concentraciones de NO₂ cuando las 22 unidades motogeneradores operen con gas natural y de los SO₂, NO₂ y PM₁₀ cuando operen con diésel, considerando la información meteorológica del año 2019, se tiene que:

- Las concentraciones estimadas por el modelo de dispersión dentro de la zona de influencia de las 22 unidades motogeneradoras resultaron por debajo de los límites máximos permisibles de calidad del aire establecidos en la normativa correspondiente.
- Las concentraciones estimadas por el modelo de dispersión del SO₂, NO₂ y PM₁₀ impactan principalmente en dentro de un radio de 2.0 kilómetros tomando como referencia la localización central del proyecto. Esas concentraciones impactan en zonas donde no existen asentamientos humanos ni actividades antropogénicas que puedan ser afectadas.
- El impacto a la calidad del aire originado por las emisiones de los contaminantes generados por la combustión del gas natural y del diésel no es significativo ya que los máximos valores estimados por el modelo de dispersión se encuentran muy por debajo de los límites máximos permisibles establecidos por las normas oficiales ambientales para la calidad del aire.
- Por último, cabe señalar que la ciudad de San Luis Río Colorado, Baja California, no se verá afectada por las emisiones de las 22 unidades motogeneradoras instalarse a menos de tres kilómetros del centro de la ciudad ya que las emisiones estimadas por el modelo predicen valores muy por debajo de los límites máximos permisibles establecidos por la autoridad ambiental.

En la Tabla 3, se muestran los resultados de los escenarios propuestos para estimar las emisiones de NO₂, SO₂, y PM₁₀ sobre la ciudad de San Luis Río Colorado

Tabla 3. Valores estimados sobre la Cd. San Luis Río Colorado

Contaminante	Combustible	Valor Estimado ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) SLRC	Límite Máximo Permisible ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% por debajo de la norma
Óxidos de Nitrógeno (NO_2), 1 h	Gas natural	10,0	395 (NOM-023-SSA1-1993)	-97,46
Dióxido de Azufre (SO_2) 24 h	Diésel	1,0	104.8 (NOM-022-SSA1-2019)	-99,04
Óxidos de Nitrógeno (NO_2), 1 h	Diésel	40-100	395 (NOM-023-SSA1-1993)	-89,87 -74,68
Partículas PM10 24 h	Diésel	0,10	75 (NOM-025-SSA1-1993)	-99,86

De acuerdo con la información de la tabla anterior los 22 MCI, operando con gas natural o diésel no representarán un impacto significativo en la calidad del aire en la zona de estudio, ya que se cumplirá con la Norma Oficial Mexicana para los bióxidos de nitrógeno (NOM-023-SSA1-1993).

En las Figura 7, 8, 9 y 10 se presenta las curvas de isoconcentración de NO_2 , SO_2 , NO_2 y PM_{10} , resultantes del modelo de dispersión de emisiones a la atmósfera del Proyecto.

- Con gas natural



Figura 7. Curvas de isoconcentración de los NO₂

- Diésel



Figura 8. Curvas de isoconcentración del SO₂ por la operación de 22 unidades motogeneradoras a 24 horas

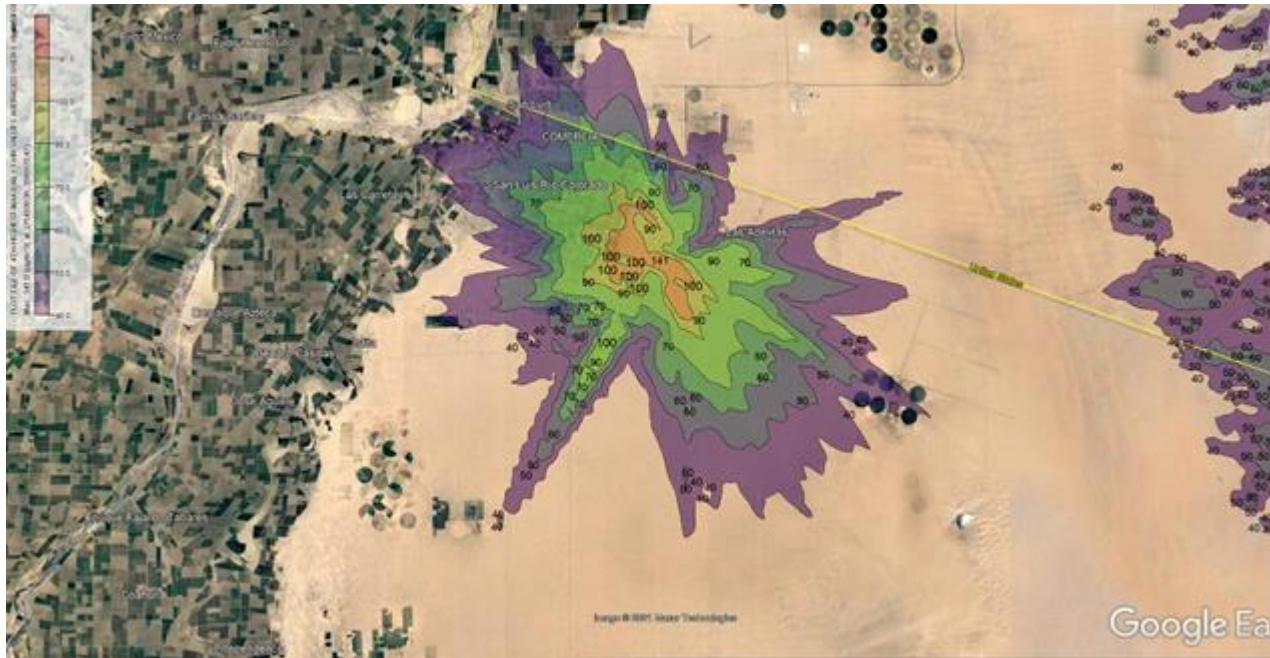


Figura 9. Curvas de isoconcentración del NO₂ por la operación de 22 unidades motogeneradoras. Operación con Diésel.

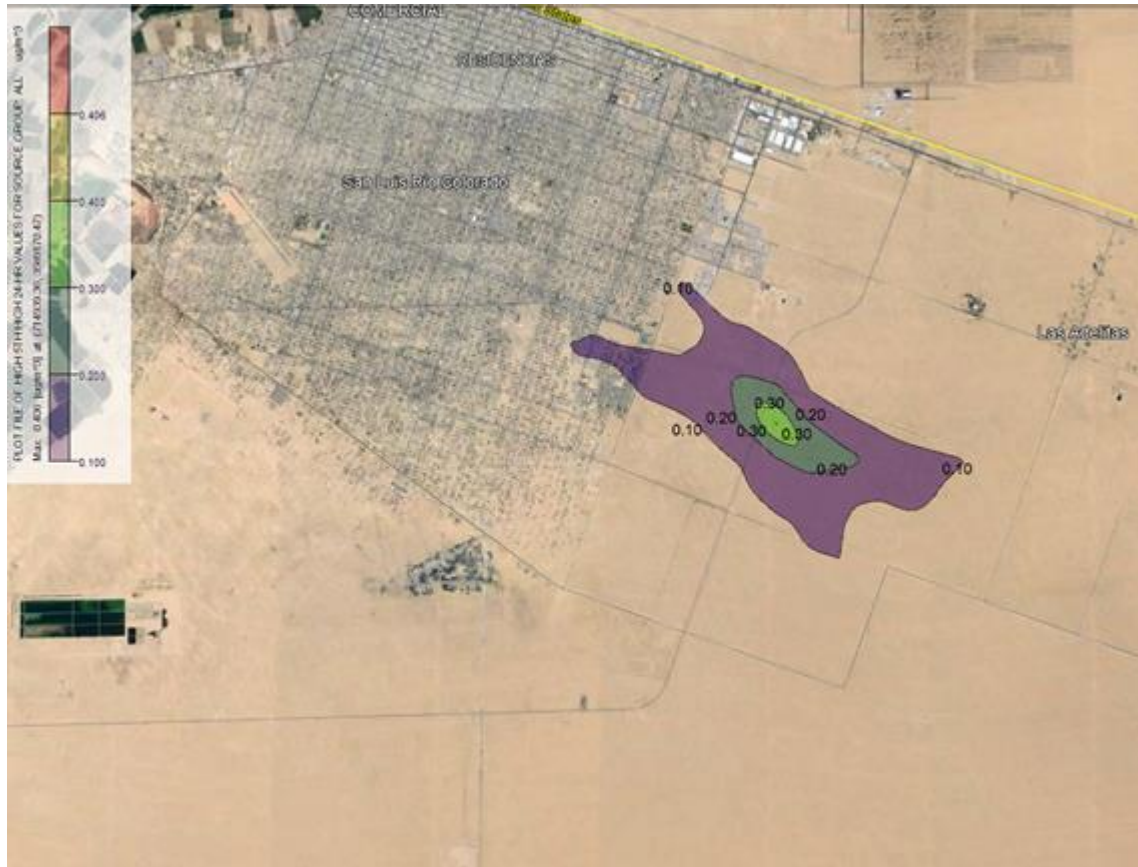


Figura 9. Curvas de isoconcentración del PM₁₀ por la operación de 22 unidades motogeneradoras. Operación con Diésel.

Con base en el alcance del área de análisis se determinó que los efectos por los eventos originados por el gas natural no generan efectos significativos al suelo, agua, flora y fauna.

Lo anterior se fundamenta considerando los siguientes aspectos:

1. Efectos encontrados en las modelaciones. Se incluyen las afectaciones ante los eventos por el manejo de Gas natural, dado que se determinan los posibles efectos al SAR, se considera la afectación no es significativa. Figura 10, diagrama de pétalos.
2. Propiedades Físicas y químicas del Gas natural, debido a las características de la reactividad de los insumos y tomando en cuenta las afectaciones al ser humano y las medidas preventivas que se incluyen en las hojas de seguridad, se consideraron los efectos en los diversos elementos del SA.
3. Investigación bibliográfica. Se tomaron en cuenta las hojas de seguridad del gas natural y los documentos asociados para identificar las fuentes principales para la investigación de los efectos del Gas natural. Al respecto se cuenta con las medidas preventivo-correctivas de

seguridad establecidas por la normativa nacional e internacional (incluidas en el cuerpo de este documento) por lo que no se tendrán efectos al ecosistema.

Es importante señalar que en caso de mitigar un evento (incendio y/o explosión) se podrían tener afectaciones a la calidad del aire de la zona, sin embargo, dadas las condiciones de mitigación del proyecto (Sistema contra incendios, Sistema de monitoreo continuo de emisiones) no se establecen escenarios que representan efectos significativos relativos a la calidad del aire del área de estudio.

CFE verificará que se apliquen todas las medidas preventivas y de seguridad para minimizar los riesgos y evitar daños a la población. En tal sentido, en coordinación con las autoridades de protección civil se elaborará y aplicará estrictamente un programa de prevención de accidentes.

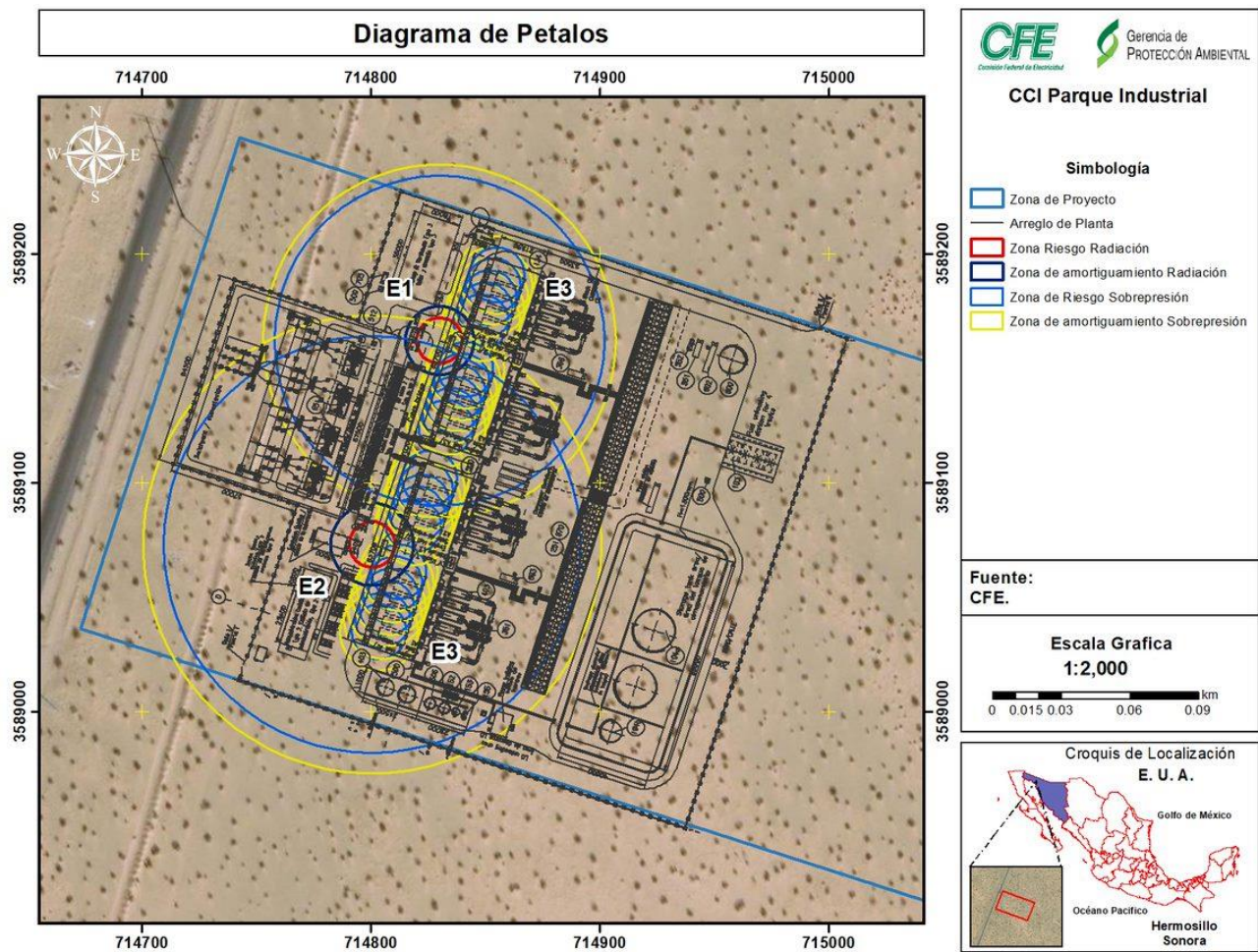


Figura 10. Diagrama de pétalos de riesgo del proyecto

13. Justificación para la Autorización del Cambio de Uso de Suelo

Del total de la superficie del Proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial equivale a 9.00 ha, la cual tendrá una superficie forestal de 9.0 ha de vegetación de desiertos arenosos que requiere autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terreno Forestal (CUSTF).

Se considera que las actividades y obra del proyecto no ponen en riesgo los servicios ambientales que proporciona el ecosistema forestal por el siguiente criterio:

- Atención a los elementos de excepción del artículo 93 de la reforma de la LGDFS.
- Demuestre que la erosión de los suelos se mitigue en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal (no genera la erosión del suelo).
- Demuestre que el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal (no reduce la capacidad de captación del agua y no altera la calidad del agua).
- Que el nuevo uso es más productivo a largo plazo, tomando como base el uso actual, incluyendo la derrama económica y social por la venta de productos o servicios hacia los beneficiarios o involucrados directos en el proyecto.

Una vez analizados todos los argumentos técnicos, económicos, sociales y ambientales, se puede concluir que el proyecto no incrementa de manera sustancial los impactos generados con anterioridad por las actividades antrópicas que se han desarrollado por décadas en la región, por lo que no se compromete la biodiversidad, no se provoca mayor erosión a la actual y no se disminuyen la captación ni la calidad del agua.

14. Estrategias para la Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales

Uno de los criterios utilizados para la evaluación de impactos fue la existencia de medidas de mitigación, concretas y viables, para disminuir el efecto de los impactos evaluados.

Las medidas de mitigación propuestas se consideran factibles, con sustento en la experiencia adquirida en el desarrollo de otros proyectos de generación eléctrica similares. Las medidas se agruparon de la siguiente forma:

- Mitigación de impactos sobre la calidad del aire
- Mitigación de impactos sobre los recursos naturales
- Mitigación de impactos ocasionados por la generación de residuos
- Mitigación de impactos relativos al agua
- Medidas sobre Seguridad e Higiene Industrial
- Mitigación de impactos ocasionados por ruido
- Medidas en materia de riego ambiental

15. Pronósticos Ambientales Regionales y Evaluación de Alternativas

La CHF o SAR se caracteriza por estar sujeto a una constante presión por el crecimiento urbano a costa de la reducción de los terrenos con uso de agricultura y vegetación secundaria arbustiva de vegetación de desiertos arenosos. La predominancia de la industria y el consecuente crecimiento urbano se identifican como los principales agentes de cambio en la CHF. Esta tendencia se prevé que continúe en el futuro inmediato por ubicarse en una zona clasificada como “Reserva condicionada mixta” según el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de San Luis Río Colorado, Sonora; se desarrolle o no el Proyecto. En cualquier caso, de no concretarse la implementación de la obra requerida se tiene el riesgo de no cubrir la demanda de energía eléctrica prospectada.

Por otro lado, las medidas de prevención, mitigación y corrección propuesta significaran en cierta forma una garantía de mantenimiento de los recursos que se pierden en una superficie de 9 ha principalmente de flora y fauna.

En este sentido, se considera que el desarrollo y operación del Proyecto no contribuirá en forma importante a la alteración del ecosistema, pues se ubica cercano a áreas urbanizadas e intervenidas en cierto grado. Asimismo, las superficies requeridas por el Proyecto son reducidas y sus efectos adversos no alterarán el funcionamiento del SAR o de la CHF definida.

La tendencia del crecimiento industrial se considera inevitable y con ello, cambios en los recursos físicos y bióticos que caracterizan a la CHF, siendo importante la instrumentación y apego a las políticas ambientales establecidas en los instrumentos regulatorios sobre el cambio de uso de suelo. De igual forma, es responsabilidad de las autoridades locales el mejoramiento de otros servicios básicos incluido el manejo y disposición de los residuos.

En las distintas unidades espaciales en que se ha realizado el análisis de información tanto bibliográfica, documental y de campo se identifica que el Proyecto responde a la necesidad inmediata de satisfacer la demanda de energía eléctrica en la región sin menoscabo en la calidad ambiental de la misma, principalmente en lo relacionado a la contaminación atmosférica. Al estar rebasada la demanda del servicio de suministro eléctrico, se pone en riesgo la actividad industrial de la región, así como de las actividades cotidianas de la población.

16. Conclusiones

- El Proyecto se vincula satisfactoriamente con los instrumentos jurídicos aplicables que regulan el uso de suelo y los recursos naturales.
- El Proyecto se ubicará en el Municipio de San Luis Río Colorado, Sonora. En la Microcuenca Desierto de Altar y San Luis Río Colorado.

- El sitio del Proyecto se encuentra comunicado por una red de caminos existentes que, a su vez, comunican con vías de comunicación, infraestructura y servicios requeridos para la instalación, operación y mantenimiento de los motogeneradores, lo cual reduce sustancialmente los impactos ambientales de su implementación.
- El Proyecto no afectará especies de flora y fauna silvestre incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- El proyecto cumple con la justificación, técnica, económica y social para la autorización excepcional del cambio de uso de suelo de terrenos forestales.
- La mayor parte de los impactos adversos de la etapa de Preparación del Sitio y Construcción, sin embargo, con la implementación de un esquema de programas se buscará mantener una cubierta arbustiva y herbácea.
- Durante la Operación, se identifica como aspecto sensible del Proyecto la generación de emisiones a la atmósfera. A este respecto, es preciso señalar que las concentraciones de contaminantes emitidas por el Proyecto estarán muy por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la normativa aplicable en materia de calidad del aire, para evitar problemas en la salud de la población.
- Aunque el Riesgo Ambiental por la operación del proyecto sobrepasa los límites del predio, no se afectará la zona urbana. Al respecto CFE implementará todas las medidas preventivas y de seguridad necesarias, así como un programa de prevención de accidentes, a fin de evitar afectaciones significativas al ambiente y a la salud humana.
- El proyecto no causará impactos ambientales significativos, toda vez de que no provocará alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, tales que obstaculicen la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.
- El Proyecto no causará desequilibrios ecológicos, toda vez que sus impactos ambientales son susceptibles de ser prevenidos y mitigados, y no sobrepasan los límites máximos establecidos en la normatividad aplicable.
- Ante la situación de contingencia en la que se encuentra la región norte de Baja California y noroeste del municipio de San Luis Río Colorado, Sonora, es indispensable llevar a cabo la instalación de los 22 MCI. Se trata de una acción urgente e indispensable en el corto plazo, a fin de garantizar la continuidad del servicio eléctrico. El riesgo de no hacerlo sería la incapacidad de satisfacer la demanda de energía y cortes del suministro eléctrico durante el verano o invierno, periodo de mayor demanda por las altas o bajas temperaturas, así como la imposibilidad de enfrentar situaciones de emergencia propias de la temporadas de verano e invierno.



CAPÍTULO I

DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B - REGIONAL

Contenido

1	DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO.....	3
1.1	Datos Generales del Proyecto	3
1.1.1	Nombre del Proyecto	3
1.1.2	Ubicación del Proyecto.....	3
1.2	Datos Generales del Promovente	12
1.2.1	Nombre o Razón Social.....	12
1.2.2	RFC del Representante Legal.....	12
1.2.3	Datos del Representante Legal.....	12
1.2.4	Dirección del Promovente para Oír y Recibir Notificaciones	13
1.3	Responsable de la Elaboración del Documento Técnico Unificado Modalidad B – Regional	13
1.3.1	Nombre del Responsable Técnico del Documento Técnico Unificado en Materia de Impacto Ambiental.....	13
1.3.2	Registro Federal de Contribuyentes o CURP	13
1.3.3	Dirección del Responsable Técnico del Documento.	14
1.3.4	Datos de Inscripción en el Registro de la Persona que haya formulado el Documento en Materia Forestal y, en su caso, del Responsable de Dirigir la Ejecución del Cambio de Uso de Suelo.	

14

1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO.

1.1 Datos Generales del Proyecto

1.1.1 Nombre del Proyecto

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

1.1.2 Ubicación del Proyecto

El sitio del proyecto se localiza al noroeste del municipio de San Luis Río Colorado, a 3.29 km de la localidad de San Luis Río Colorado, en una planicie desértica, en el municipio de San Luis Río Colorado, estado de Sonora. Sobre la carretera N° 3 autopista San Luis Río Colorado – Golfo de Santa Clara, muy cerca (7.00 km) del entronque con la N° 22, libramiento Golfo de Santa Clara – Ejido La Islita; y, al norte a 4.5 km con la carretera N° 2 San Luis Río Colorado – Sonoyta (ésta, a 145 m con la frontera de Estados Unidos).

En la tabla I.1 se presenta un listado de las localidades cercanas al proyecto.

Tabla I.1. Localidades cercanas al proyecto

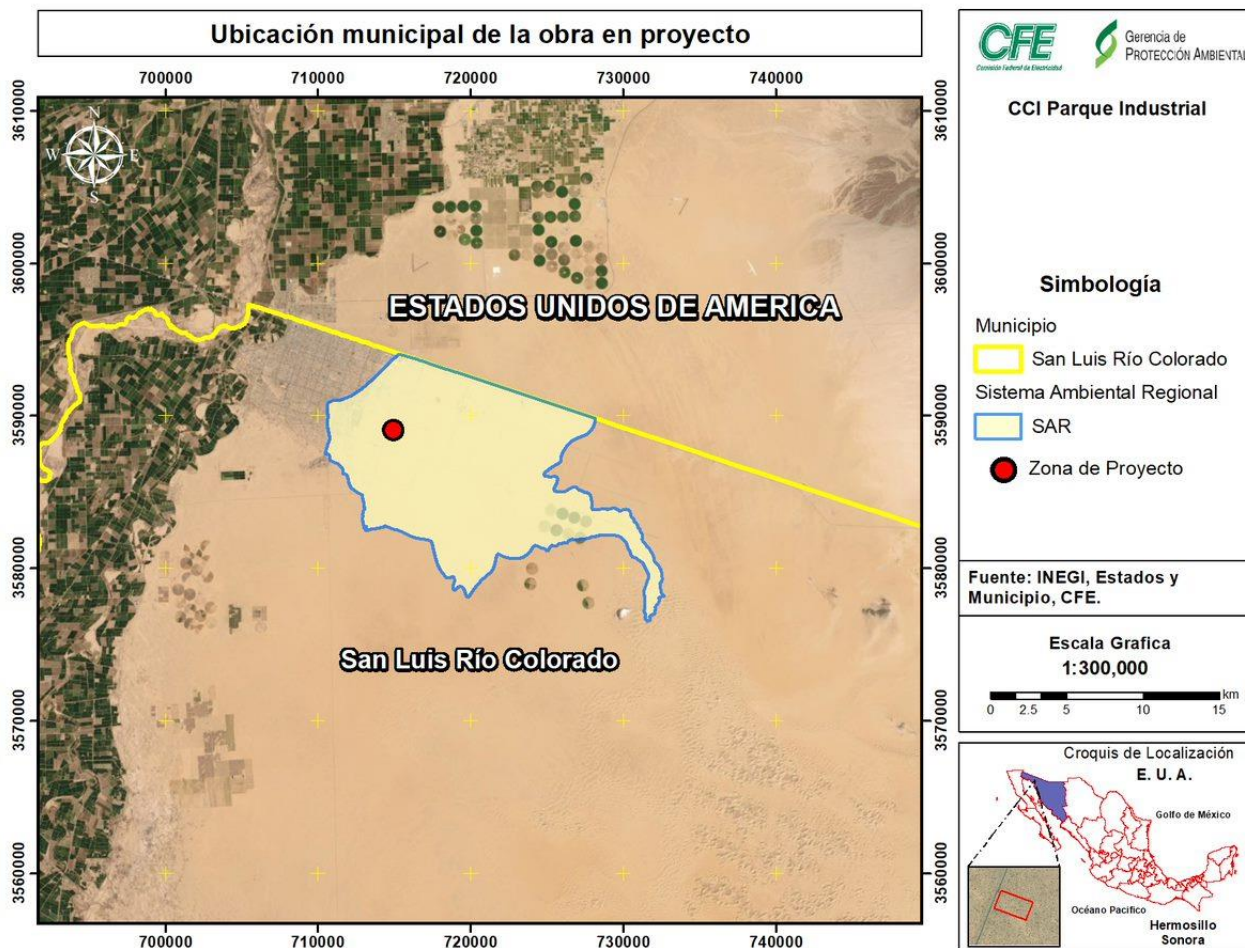
Clave	Municipio	Clave	Localidad	Distancia del proyecto (km)
055	San Luis Río Colorado	0001	San Luis Río Colorado	3.29

- Coordenadas Geográficas

En la tabla I.2 se muestran las coordenadas de la ubicación del proyecto y en el mapa I.1 la ubicación general del proyecto con respecto al municipio de San Luis Río Colorado.

Tabla I.2. Coordenadas UTM del predio del proyecto CCI Parque Industrial

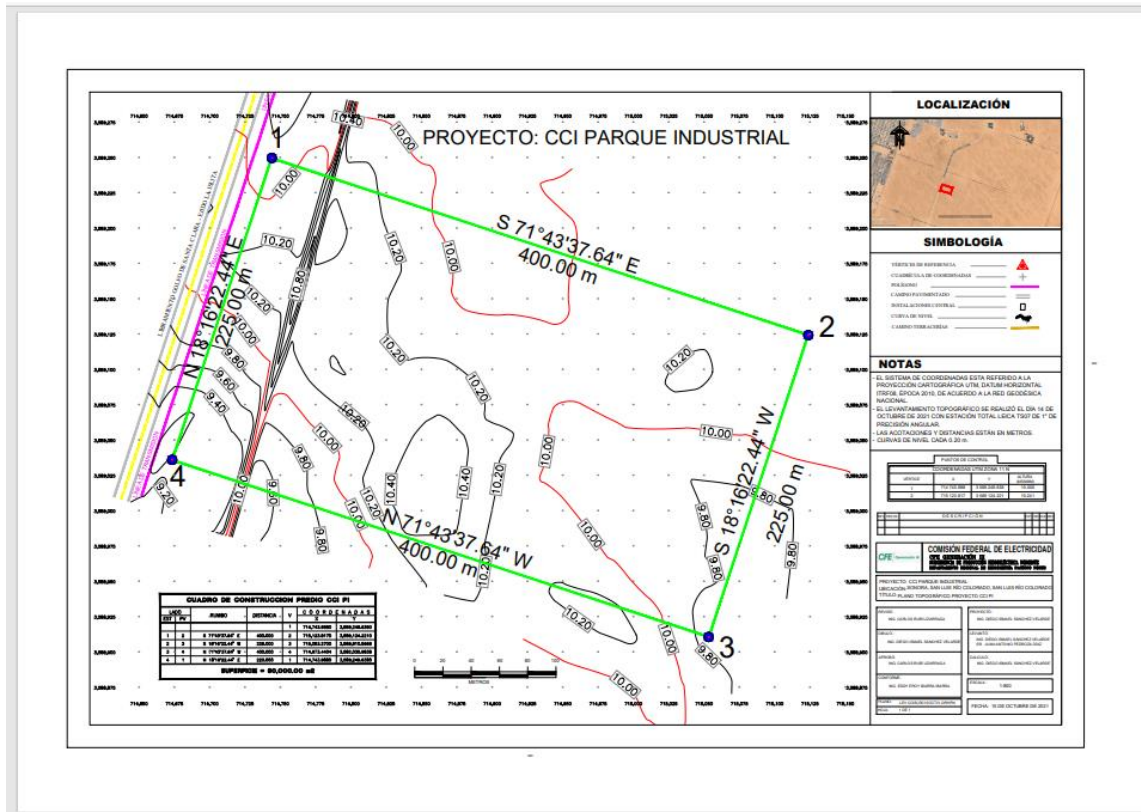
CUADRO DE CONSTRUCCIÓN PREDIO CCI PARQUE INDUSTRIAL						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
				1	714,743.9880	3,589,249.6380
1	2	S 71° 43' 37.64" E	400.000	2	715,123.8170	3,589,124.2210
2	3	S 18° 16' 22.44" W	225.000	3	715,053.2700	3,588,910.56666
3	4	N 71° 43' 37.64" W	400.000	4	714,673.4404	3,589,035.9838
4	1	N 18° 16' 22.44" E	225.000	1	714,743.9880	3,589,249.6380
SUPERFICIE = 90,000.00 m²						



Mapa I.1. Ubicación general del proyecto

- Dimensiones del proyecto

En el plano I.1 se muestran gráficamente las dimensiones del proyecto con respecto a las formas topográficas del terreno para la CCI Parque Industrial.



Plano I.1. Plano topográfico del proyecto CCI Parque Industrial

De acuerdo con el cuadro de construcción del predio y al plano topográfico descritos, la superficie que ocupará el proyecto será de 90,000 m² (9.0 ha).

1.1.3 Duración del Proyecto

La vida útil del proyecto es de 25 años, sin embargo, al llevar a cabo los mantenimientos preventivos y correctivos, se espera alargar está.

Etapa	Tiempo
Preparación del Sitio y Construcción	10 meses
Operación y Mantenimiento	25 años
Abandono	1 año

1.2 Datos Generales del Promovente

1.2.1 Nombre o Razón Social

COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

Empresa Productiva Subsidiaria Generación III

- Registro Federal de Contribuyentes

CGI160330TB5

- Datos del Representante Legal
 - Nombre del Representante Legal

Ing. Isaac Verdugo Granados

- Cargo del Representante Legal

Subgerente Regional de Generación Termoeléctrica BC de CFE Generación III, EPS CFE Generación III; en el Anexo I.1. se presenta la copia del poder notarial correspondiente.

1.2.2 RFC del Representante Legal

VEGI671106HL8

1.2.3 Datos del Representante Legal

Nombre: Isaac Verdugo Granados

CURP: VEGI671106HBCRRS04

Sexo: Hombre

Fecha de nacimiento: 06/11/1967

Nacionalidad: Mexicana

Entidad de Nacimiento: Baja California

Documento Probatorio: Acta de Nacimiento

1.2.4 Dirección del Promovente para Oír y Recibir Notificaciones

Tabla I.3. Domicilio y correos electrónicos

DOMICILIO		
Boulevard. Adolfo Ruiz Cortines 4156 5º piso, Col. Jardines del Pedregal, Alcaldía Álvaro Obregón, C.P. 01900, Ciudad de México.	Teléfono: 55 5229-4400 extensiones: 44000 / 44049 / 44047	Correo electrónico: proteccion.ambiental@cfe.gob.mx
CORREOS ELECTRÓNICOS		
Federico López de Alba federico.lopez@cfe.mx	Francisco Barba Mojica francisco.barba@cfe.mx	Ignacio Emeterio Zamudio ignacio.emeterio@cfe.mx Teodoro Platas Hernández teodoro.platas@cfe.mx

1.3 Responsable de la Elaboración del Documento Técnico Unificado Modalidad B – Regional

1.3.1 Nombre del Responsable Técnico del Documento Técnico Unificado en Materia de Impacto Ambiental

Comisión Federal de Electricidad

Gerencia de Proyección Ambiental (GPA).

1.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

- CFE-370814-QI0
- Nombre del Responsable Técnico de la Elaboración del Estudio

Ing. José Luis Cornejo Yáñez

- Registro Federal de Contribuyentes del Responsable Técnico de la Elaboración del Estudio

COYL-731117PN1

- Clave Única de Registro de Población del Responsable Técnico de la Elaboración del Estudio

COYL731117 HMNRX500

- Cédula Profesional del Responsable Técnico de la Elaboración del Estudio

Cédula Profesional No. 2636698

1.3.3 Dirección del Responsable Técnico del Documento.

Calle y Número: Antigua carretera Tampico-Mante km 14.0

Colonia: Villa Hermosa

Código Postal: 89319

Entidad Federativa: Tamaulipas

Municipio: Tampico

Teléfono(s): 01 (833) 226-28-67

Fax: 01 (833) 226-28-66

Correo electrónico: jose.cornejoy@cfe.mx

1.3.4 Datos de Inscripción en el Registro de la Persona que haya formulado el Documento en Materia Forestal y, en su caso, del Responsable de Dirigir la Ejecución del Cambio de Uso de Suelo.

A. Nombre:

Ing. José Luis Cornejo Yáñez

B. Domicilio:

Calle: Río Bravo 120-A

Colonia: Fraccionamiento Colinas de San Gerardo

Municipio o delegación: Tampico

Entidad federativa: Tamaulipas,

Código Postal: 89367

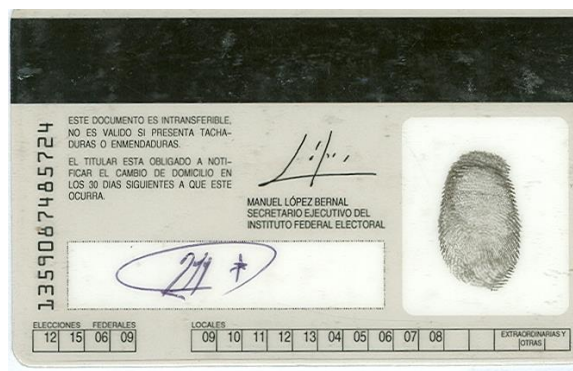
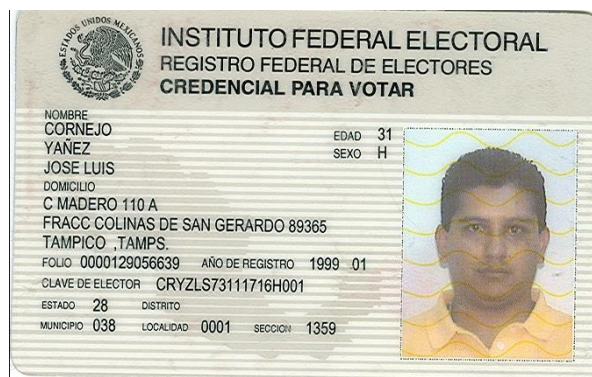
Correo electrónico: jose.cornejoY@cfe.mx

Teléfono: 01 (833) 13 77 921

C. Número de inscripción en el Registro Forestal Nacional:

Libro Jalisco, Tipo UI Persona Física Prestador de Servicios Técnicos Forestales Inscripción, Volumen 2, Número 11, Clave de Monograma de Martillo 790-JC, expedido por la SEMARNAT el 21 de Noviembre del 2000.

D. Copia de su identificación oficial:



- **Nombre del responsable para dirigir la ejecución**

El titular del permiso de cambio de uso del suelo en terreno forestal que se está solicitando será la Comisión Federal de Electricidad a cargo de la EPS Generación III, quien asumirá la responsabilidad de cumplir con las condicionantes que se señalen en dicho permiso.

El responsable técnico que dirigirá la ejecución del permiso será el **Ing. José Luis Cornejo Yáñez, REGISTRO FORESTAL NACIONAL** Libro Jalisco, Tipo UI Persona Física Prestador de Servicios Técnicos Forestales Inscripción, Volumen 2, Número 11, Clave de Monograma de Martillo 790-JC, expedido por la SEMARNAT el 21 de Noviembre del 2000.

LOS ABAJO FIRMANTES **BAJO PROTESTA DE DECIR LA VERDAD**, QUE LA OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN EL PRESENTE ESTUDIO DEL PROYECTO DENOMINADO “**CENTRAL DE COMBUSTIÓN INTERNA (CCI) PARQUE INDUSTRIAL**”, LOS RESULTADOS SE OBTUVIERON A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DE LAS MEJORES TÉCNICAS Y METODOLOGÍAS COMÚNMENTE UTILIZADAS POR LA COMUNIDAD CIENTÍFICA DEL PAÍS Y DEL USO DE LA MEJOR INFORMACIÓN DISPONIBLE, Y QUE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN SUGERIDAS SON LAS MÁS EFECTIVAS PARA ATENUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES. LO ANTERIOR, COMO LO ESTABLECE EL ART. 35 BIS 1 DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE Y EL ARTÍCULO 36 DEL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO.

RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

BIÓL. FRANCISCO JAVIER BARBA MOJICA

CEDULA PROFESIONAL No. 1708504

RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO EN MATERIA AMBIENTAL

BIÓL. FRANCISCO JAVIER BARBA MOJICA

CEDULA PROFESIONAL No. 1708504

RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO EN MATERIA FORESTAL

ING. JOSÉ LUIS CORNEJO YÁÑEZ

CEDULA PROFESIONAL No. 2636698

REGISTRO FORESTAL NACIONAL Libro Jalisco, Tipo UI Persona Física Prestador de Servicios
Técnicos Forestales Inscripción, Volumen 2, Número 11, Clave de Monograma de Martillo 790-JC.

NOVIEMBRE, 2021

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B - REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD
Empresa Productiva Subsidiaria Generación III

ING. ISACC VERDUGO GRANADOS
Representante Legal

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B - REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE,
RECURSOS NATURALES Y PESCA

**DELEGACION FEDERAL SEMARNAP
SUBDELEGACION DE RECURSOS NATURALES**

Registro Forestal en Jalisco

OFICIO.- SEMARNAP/SRN.SNIF/2000/340

A S U N T O: Certificado de Inscripción en el Registro Forestal Nacional de persona física prestadora de servicios técnicos forestales.

Guadalajara, Jal., a 21 de Noviembre de 2000.

**C. ING. JOSE LUIS CORNEJO YANEZ
BAHIA DE LA CONCEPCION No. 937
COL. PARQUES DE SANTA MARIA
TLAQUEPAQUE, JAL.**

Hago referencia a los datos de Identificación enviados para su inscripción en el Registro Forestal Nacional.

Con fundamento en los Artículos 32 Bis, fracciones V y XVIII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, 31, 32, fracción XXIV del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, 10 Bis fracción V de la Ley Forestal Y 15 de su Reglamento; y en virtud de haber cumplido con los requisitos señalados en los Artículos 194-N-1 de la Ley Federal de Derechos y 77 fracción I del Reglamento de la Ley Forestal; se certifica:

Que en el Registro Forestal Nacional, en asiento fechado el 21 de Noviembre de 2000, en Libro JALISCO, Tipo UI personas físicas prestadoras de servicios técnicos forestales – inscripción, Volumen 2, Número 11; ha quedado usted inscrito como Persona Física Prestadora de Servicios Técnicos Forestales responsable de elaborar, dirigir la ejecución técnica o de evaluar programas de manejo forestal o programas integrados de manejo ambiental y forestación.

Lo anterior se hace de su conocimiento para los efectos legales y administrativos correspondientes.

**ATENTAMENTE
SUFRAGIO EFECTIVO. NO REELECCION.
EL DELEGADO FEDERAL**

LIC. LUCIANO GROBET VALLARTA



CCP. C. DIRECTOR GENERAL FORESTAL.- PRESENTE.-MEXICO, D.F.
CCP. C. DELEGADO FEDERAL DE LA PROFEPA.- PRESENTE.-CIUDAD.
CCP. C. SECRETARIO DE DESARROLLO RURAL.- PRESENTE.-CIUDAD.
CCP. C. SUBDELEGADO DE RECURSOS NATURALES.- PRESENTE.-EDIFICIO.
EXPEDIENTE

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B - REGIONAL

11/29/01 13:14 FAX 56594889

JICA Sato

00



SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES

SUBSECRETARÍA DE GESTIÓN PARA LA PROTECCIÓN
AMBIENTAL
DIRECCIÓN GENERAL DE FEDERALIZACIÓN Y
DESCENTRALIZACIÓN DE SERVICIOS FORESTALES Y
DE SUELO

Oficio SGPA-DGFDSFS- N° 1916 **1441** /2001

México, D. F., a 10 de octubre de 2001.

ING. JOSÉ LUIS CORNEJO YAÑEZ
Bahía de la Concepción N°. 937,
Col. Parques de Santa María,
Tlaquepaque, Jal.,

En atención a su solicitud de fecha 14 de agosto de 2001, y para dar cumplimiento a lo establecido en los Artículos 21 Fracción XVI, y 75 Fracciones VI y VII del Reglamento de la Ley Forestal vigente, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 25 de septiembre de 1998, se le autoriza el monograma 790-JC para el uso de 3 (tres) martillos marcadores, con los cuales podrá desempeñar sus funciones, debiendo cumplir con las disposiciones de la citada legislación y de aquellas que emita la autoridad forestal.

Sin más por el momento le envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE
SUFRAGIO EFECTIVO. NO REELECCIÓN
EL DIRECTOR GENERAL

M. en C. **GUAUHTÉMOC GONZÁLEZ PACHECO**

C.c.p. Brof. Raúl Arriaga Becerra.- Subsecretario de Gestión para la Protección Ambiental - Presente.
C. Norberto Alvarez Romo.- Delegado Federal de la SEMARNAT en Jalisco - Presente.
Lic. Javier Dueñas García - Delegado de la PROFEPA en Jalisco - Presente.
M.C. Marcelo Zepeda Bautista.- Director de Aprovechamiento Forestal.- Presente.
Archivo de la DGFDSFS Vol. 5032

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B - REGIONAL

RELACIÓN DEL PERSONAL PARTICIPANTE EN LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO.

CRÉDITOS

Participantes en la elaboración del estudio;

ING. JOSÉ LUIS CORNEJO YÁÑEZ



Tabla I.4. Nombre de los Participantes del DTU

COORDINADORES	COLABORADORES
Biól. Francisco Javier Barba Mujica Biol. Ignacio Emeterio Zamudio Biol. Teodoro Platas Hernández	Ing. José Luis Cornejo Yáñez Ing. Raúl González Hernández Biól. Víctor Manuel Huerta Badillo Biól. Roberto López Flores Ing. Einar Martínez Rodríguez Ing. Alejandro Morales González Biól. Julio César Olguín Nassar Ing. Ambar Gissel Robles Núñez



CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1 Contenido

1	Contenido.....	2
2.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	3
2.1.	Información General del Proyecto.....	3
2.1.1.	Naturaleza del Proyecto.....	4
2.1.2.	Justificación del proyecto.....	5
	Demanda y Consumo de Electricidad.....	6
2.1.3.	Justificación social.....	7
2.1.4.	Justificación técnica y ambiental.....	7
2.1.5.	Objetivo del Proyecto.....	8
2.1.6.	Ubicación Física.....	8
2.1.7.	Superficies requeridas para el Proyecto.....	8
2.1.8.	Inversión requerida.....	11
2.2.	Características Particulares del Proyecto.....	11
2.3.	Programa de trabajo.....	13
2.4.	Representación gráfica regional.....	15
2.5.	Representación gráfica local.....	16
2.6.	Preparación del sitio y construcción.....	16
2.7.	Obras Civiles de la Central de Combustión Interna.....	16
2.8.	Instalación del equipo de generación de energía.....	21
2.9.	Sistemas mecánicos auxiliares.....	22
2.10.	Sistema de combustible diésel.....	23
2.11.	Sistema de Suministro de Gas Natural.....	27
2.12.	Sistema de aceite lubricante.....	29
2.13.	Sistema de aire comprimido.....	31
2.14.	Sistema de refrigeración.....	31
2.15.	Sistema de escape.....	32
2.16.	Sistema de agua aceitosa.....	33
2.17.	Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del Suelo.....	53
2.19.	Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo.....	99
2.20.	Operación y Mantenimiento.....	116
2.21.	Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.....	124
2.22.	Residuos.....	125
2.23.	Emisiones.....	127

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1. Información General del Proyecto

1. Se trata de un proyecto eléctrico de emergencia para respaldar el Sistema Eléctrico Baja California, que se instalará en un predio, en San Luis Río Colorado, Sonora.
2. El proyecto se pretende ubicar en la coordenada geográfica central Latitud 32°25'5.73" N, Longitud 114°42'53.44" O, el cual ocupará una superficie total de nueve hectáreas.
3. Se instalarán 22 motogeneradores de combustión interna (MCI) (**Tabla 2.1**) que operarán con gas natural y podrán utilizar diésel como combustible alternativo, en contingencias que afecten el suministro de gas natural.
4. La capacidad total de generación neta de verano es de 201.855 MW \pm 5 %, utilizando gas natural, y de 195.735 MW +/- 5 %, utilizando diésel.
5. Los sistemas de gestión de calidad y medioambientales del proyecto se certificarán conforme a las normas ISO 9001:2000 e ISO 14001:2004.
6. El proyecto incluye una Subestación Eléctrica
7. La infraestructura del proyecto que se construirá e instalará es la siguiente:
 - Barda Perimetral
 - Infraestructura Temporal
 - Losas de Concreto Armado
 - Edificio de Administración
 - Edificio de Control de Equipos Eléctricos
 - Edificio de Guarda
 - Edificio de Instalaciones Sociales
 - Edificio de Tratamiento de Combustible
 - Tanques de Almacenamiento de Diésel
 - Tanque de Almacenamiento de Agua
 - Instalación de Ducto para Suministro de Gas Natural (ramal interno)
 - Instalación de Ducto para Suministro de Agua
 - Dos Patines de Regulación
 - Dos Casas de Máquinas
 - Vialidades Internas del Predio
 - Estacionamientos
 - Alumbrado
 - Instalación de Interconexiones Eléctrica, TG y SE
 - Instalación de Acceso a la Proyecto
 - Instalación del Sistema contra Incendio

Tabla 2.1 Características técnicas principales de los motogeneradores a instalar

Concepto	Motogeneradores de Combustión Interna (MCI)			
	Capacidad de Generación con Gas Natural (MW)	Consumo de Gas Natural (m ³ /h)	Capacidad de Generación con Diésel MW	Consumo de Diésel (m ³ /h)
Unidades 1 a 22	201.855 +/- 5 %	52,220.85	195.735 +/- 5 %	48.64

2.1.1. Naturaleza del Proyecto

El presente Proyecto emergente consiste en la instalación de veintidós motogeneradores de combustión interna que utilizarán gas natural y diésel como combustible, con capacidad total de generación, en condiciones de diseño de verano en el sitio, de 201.855 MW + 5 %, utilizando gas natural, y de 195.735 MW +/- 5 %, utilizando diésel. Estas unidades se instalarán en un predio a 3.29 km de la localidad de San Luis Río Colorado, en el municipio del mismo nombre, en el estado de Sonora y se estima que estarán operando a partir de 2022, 2023 y 2024, durante los meses de junio a septiembre, temporada de máxima demanda de energía eléctrica denominada por el Centro Nacional de Control de Energía como Protocolo Correctivo de Verano.

Una vez que el Proyecto entre en operación, durante los periodos de tiempo indicados para los años 2022, 2023 y 2024, se integrará al Mercado Eléctrico Mayorista y se mantendrá en operación según el requerimiento del Sistema Eléctrico Baja California derivado a que, desde el verano del 2019, el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) le notificó a la Comisión Reguladora de Energía que el Sistema Eléctrico Baja California se encuentra en una condición inminente de racionamiento que puede afectar el suministro de la energía eléctrica a los usuarios finales. Con la entrada en operación de este proyecto emergente se reforzará el suministro de energía eléctrica en la región para apoyar las necesidades básicas y productivas de la población, ya que el servicio actual es insuficiente para garantizar un abasto confiable y continuo durante el periodo de verano.

El proyecto consta de 148 m de longitud de tubería de acero de 8” de diámetro para el suministro de gas natural, el cual se distribuye de la siguiente manera: del punto de entrega del gas natural a través de la válvula de corte o válvula monoblock, existirán 54 m a lo largo de la línea principal hasta el primer patín y 94 m hasta el segundo patín de regulación. Esta línea principal se conectará a dos patines de regulación, a través de los cuales el gas natural se distribuirá a los 22 motogeneradores de combustión interna (MCI).

De acuerdo con la clasificación de actividades económicas del INEGI (2012), el Proyecto se inserta dentro de las actividades del sector secundario, específicamente de la industria eléctrica. Por las características y dimensiones del proyecto, le aplica lo establecido en el Artículo 28, fracción II, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), y lo indicado en el Artículo 5°, inciso k), del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, por lo que es competencia de la Federación y requiere de autorización.

2.1.2. Justificación del proyecto

El Sistema Eléctrico Baja California está separado del Sistema Interconectado Nacional (SIN), por lo que se considera un sistema aislado y se autoabastece de energía eléctrica a partir de las centrales eléctricas instaladas en la misma región. Esta condición, aunada a la baja integración de nueva generación, ha ocasionado una situación crítica de racionamiento de suministro de energía eléctrica hacia los usuarios finales, provocando con ello un inminente corte de carga, lo cual afecta económicamente al ramo industrial, comercial, turístico y residencial.

Por lo anterior, el CENACE ha tenido la necesidad de emitir la declaratoria correspondiente del Estado Operativo de Alerta del Sistema Eléctrico Baja California en los periodos de verano 2019, 2020 y 2021, notificando a los integrantes de la Industria Eléctrica las acciones para afrontar dicha condición, con el fin de mantener la Seguridad de Despacho, Confiabilidad, Calidad y Continuidad en el Sistema Eléctrico, con lo cual realizó la aplicación del Protocolo Correctivo efectuando la contratación de Potencia, dadas las condiciones de baja reserva que se tienen durante el periodo de verano que comprende los meses de junio a septiembre, considerado el de mayor demanda.

Con base en las condiciones del Sistema Eléctrico Baja California de déficit de generación, alto crecimiento en la demanda anual, la antigüedad con más de 30 años de centrales eléctricas y las condiciones de declinación del campo geotérmico disminuyendo la capacidad de generación de la C.G. Cerro Prieto en un 50%, se requiere la incorporación de generación eléctrica, por lo que se propone la instalación de nuevas centrales.

El presente proyecto se enmarca en los esfuerzos extraordinarios de la Comisión Federal de Electricidad para atender el Protocolo Correctivo requerido por el CENACE para respaldar al Sistema Eléctrico Baja California, el cual consiste en la instalación de veintidos motogeneradores de combustión interna que utilizarán gas natural como combustible principal para la generación de energía eléctrica y diésel como combustible alternativo para dar continuidad a la operación de la proyecto, en el caso de no contar con suministro de gas natural; la capacidad total de generación en condiciones de diseño de verano en el sitio es 201.855 MW + 5 %, utilizando gas natural, y de 195.735 MW +/- 5 %, utilizando diésel, lo cual contribuirá a la confiabilidad, continuidad y seguridad del Sistema Eléctrico Baja California.

El pronóstico de demanda para el periodo de 2020 a 2039 considerado por la Comisión Federal de Electricidad estima una tasa de crecimiento promedio anual de 3.09 % que corresponde a la región Baja California donde se instalará dicho proyecto (Figura 2.1. Crecimiento de demanda eléctrica estimado para la región BC).

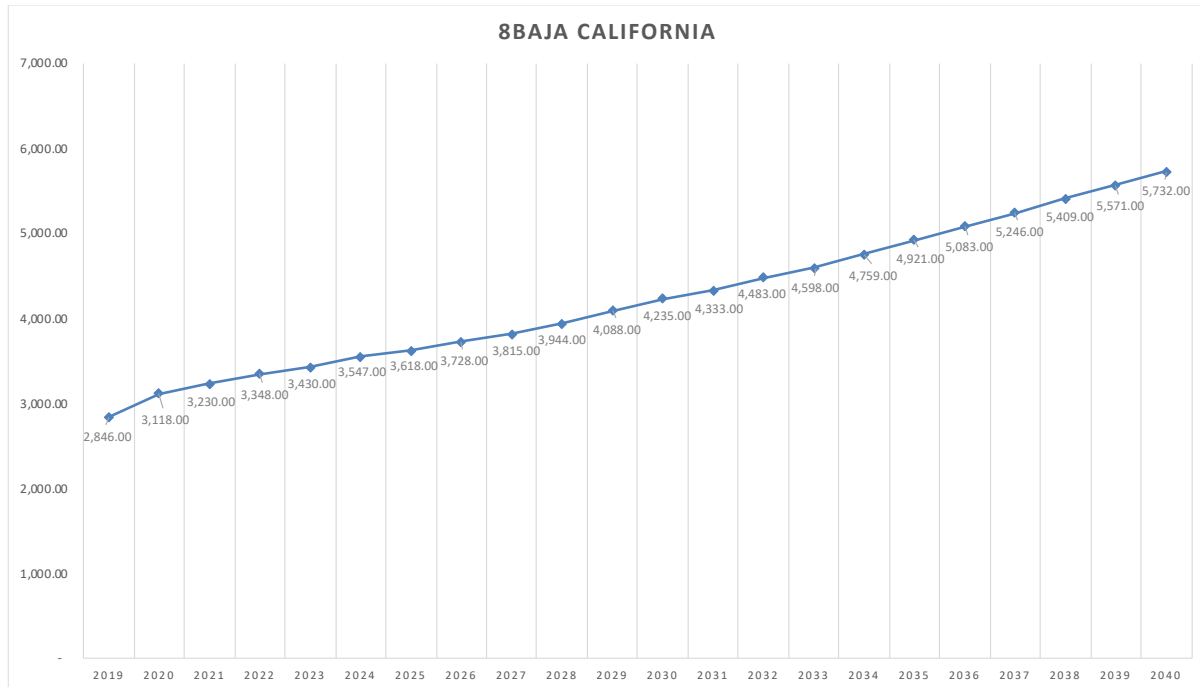


Figura 2.1.1 Crecimiento de demanda eléctrica estimado para la región BC

Demanda y Consumo de Electricidad

- ✓ El Crecimiento promedio anual de la demanda proyectado en el Sistema Eléctrico Baja California: 3.4%, **tabla 2.2**.
- ✓ Variables Macroeconómicas: PIB, IPC, tipo de cambio, etc.

Tabla 2.1 Demanda y Consumo de Electricidad

Sistema Interconectado Baja California	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Consumo Neto (GWh)	15331.76	15677.83	16114.88	16510.54	17026.85	17579.87	18141.78	18797.17	19492.42	20254.64
Incremento %	2.26	2.79	2.46	3.13	3.25	3.20	3.61	3.70	3.91	3.91

Fuente: Caso Base Dirección Corporativa de Planeación Estratégica (DCPE), junio 2021.

2.1.3. Justificación social

Con la entrada en operación del Proyecto se reforzará el suministro de energía eléctrica para satisfacer la demanda de la región norte de la península de Baja California, la cual se incrementa significativamente durante el verano, principalmente en ciudades como Mexicali, Tecate, Tijuana, Rosarito, Ensenada y San Luis Río Colorado. Considerando que la disponibilidad actual del servicio es insuficiente, se corre el riesgo de que no se pueda garantizar un abasto confiable y continuo, lo que afectaría seriamente la prestación de servicios básicos y actividades productivas de esta región.

2.1.4. Justificación técnica y ambiental

De manera preliminar, se realizó un análisis de los factores ambientales relevantes y de los instrumentos de planeación urbana en la zona donde se localiza el proyecto, a fin de determinar su compatibilidad con los instrumentos legales aplicables que regulan el aprovechamiento de los recursos naturales y el uso de suelo, lo cual proporcionó el principal elemento de juicio para la toma de decisiones en la selección del sitio.

El predio donde se instalará el proyecto actualmente tiene uso agrícola.

Criterios ambientales considerados para seleccionar el sitio del Proyecto:

- Evitar áreas naturales protegidas y con alto valor ambiental.
- Evitar afectaciones a comunidades indígenas y sitios arqueológicos o de valor histórico
- Privilegiar la instalación en terrenos de uso de suelo industrial o agrícola.
- Evitar la modificación de escorrentías, cauces o cuerpos de agua.

Criterios técnicos considerados para seleccionar el sitio del Proyecto:

- Compatibilidad con el uso de suelo.
- Cercanía de una subestación eléctrica y los equipos e instalaciones necesarios para transformar y transmitir la energía generada por los motogeneradores de combustión interna.
- Cercanía de gasoducto para el suministro de combustible.
- Existencia de carreteras o caminos principales que faciliten el acceso al proyecto y a las futuras instalaciones.
- Área disponible, de baja pendiente, y con las condiciones requeridas para el montaje de los MCI.

2.1.5. Objetivo del Proyecto

Satisfacer el suministro de energía eléctrica para la región norte de Baja California y noroeste del municipio de San Luis Río Colorado, Son., debido a que el CENACE ha tenido la necesidad de emitir la declaratoria correspondiente del Estado Operativo de Alerta del Sistema Eléctrico Baja California en los periodos de verano 2019, 2020 y 2021, temporadas de máxima demanda de energía.

2.1.6. Ubicación Física

El proyecto se ubica a 3.29 km de la localidad de San Luis Río Colorado, en el municipio de San Luis Río Colorado, Sonora, particularmente en la coordenada geográfica central: Latitud 32°25'5.73" N, Longitud 114°42'53.44" O. Figura 2.3 y 2.4

2.1.7. Superficies requeridas para el Proyecto

La superficie total que ocupará el proyecto es de 90,000 m², equivalentes a 9.0 hectáreas. Acorde con la carta de Uso de Suelo y Vegetación, serie VI del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el predio donde se desarrollará el proyecto tiene un uso de suelo para Agricultura de Riego Anual y Semipermanente. Asimismo, el uso de suelo específico por actividad o giro establecido en el Programa de Desarrollo Urbano (figura 2.2) está condicionado para: Electricidad, plantas generadoras de electricidad, subestaciones eléctricas.

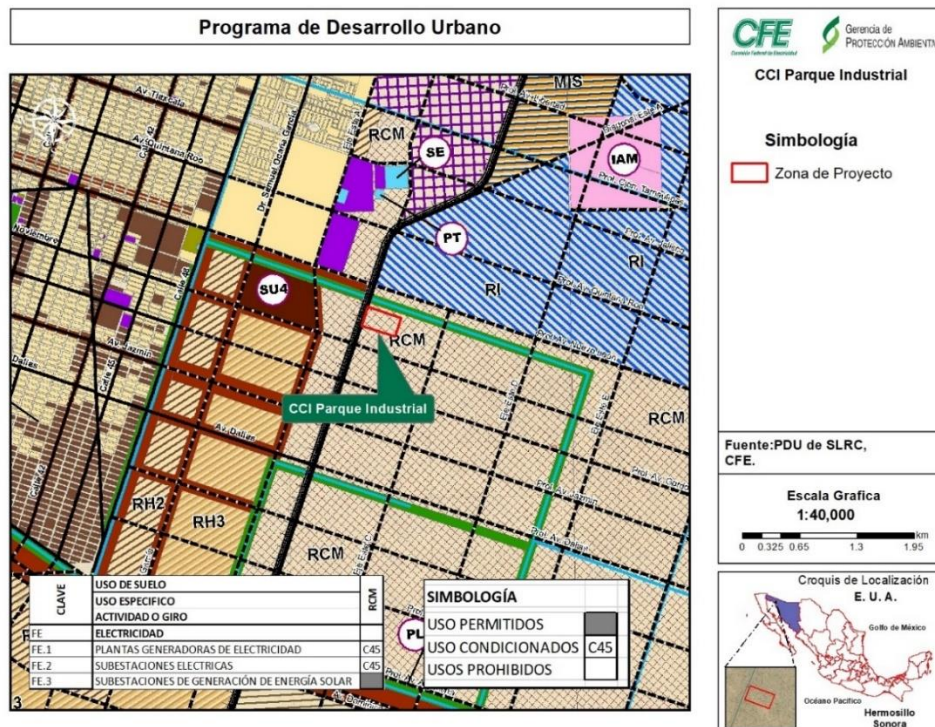


Figura 2.1.2 Uso de Suelo de acuerdo con el Programa de Desarrollo Urbano

En la **tabla 2.3** se muestran las coordenadas del polígono donde se pretende instalar el proyecto, así como la superficie que ocupará.

Tabla 2.2 Coordenadas del predio donde se instalará el proyecto

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN PREDIO CCI PARQUE INDUSTRIAL						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
				1	714,743.9880	3,589,249.6380
1	2	S 71° 43' 37.64" E	400.000	2	715,123.8170	3,589,124.2210
2	3	S 18° 16' 22.44" W	225.000	3	715,053.2700	3,588,910.56666
3	4	N 71° 43' 37.64" W	400.000	4	714,673.4404	3,589,035.9838
4	1	N 18° 16' 22.44" E	225.000	1	714,743.9880	3,589,249.6380
SUPERFICIE = 90,000.00 m ²						

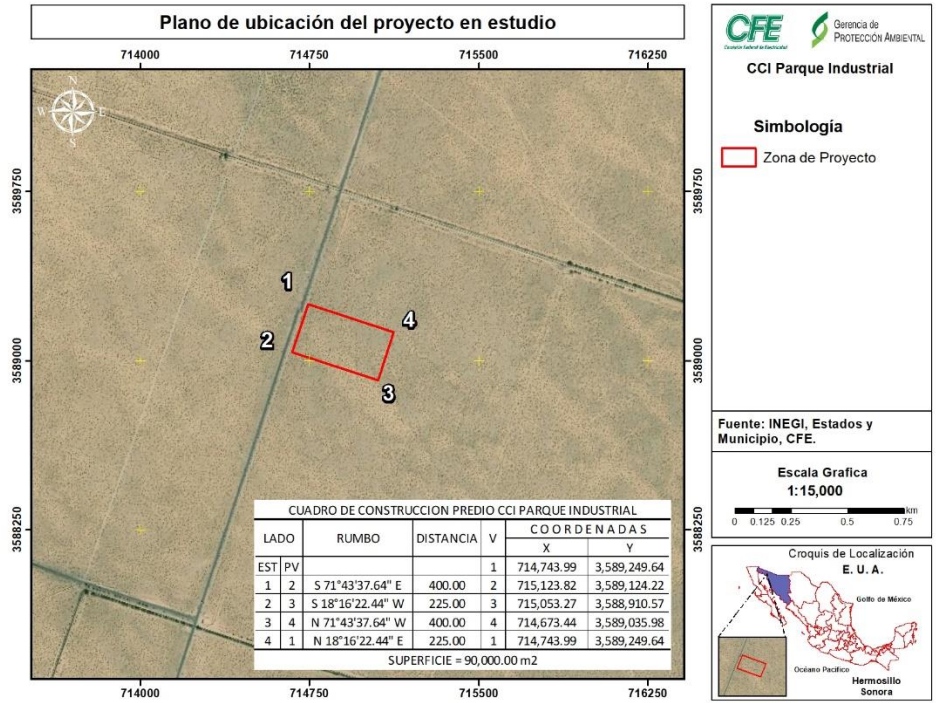


Figura 2.1.3 Plano de ubicación del proyecto

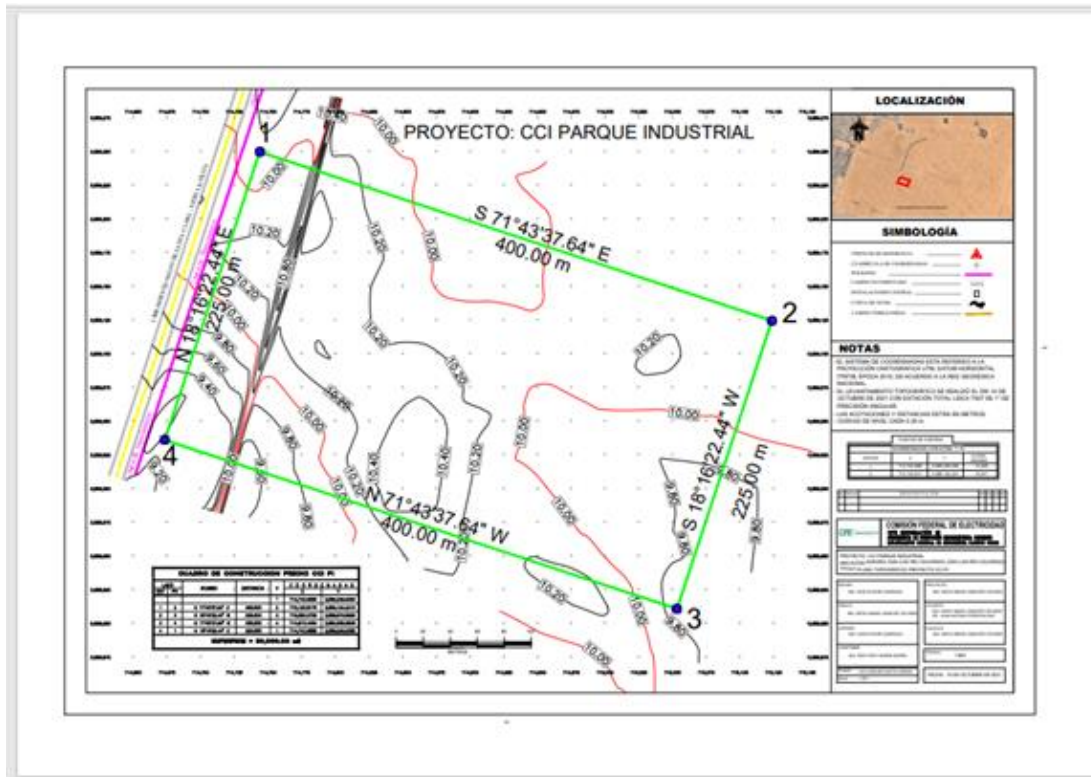


Figura 2.1.4 Plano topográfico del predio donde se instalará el proyecto

2.1.8. Inversión requerida

En la **Tabla 2.4** se presentan los costos de inversión para realizar el proyecto, así como los costos de las medidas de mitigación de impactos ambientales.

Tabla 2.3 Costos del Proyecto y de las medidas de mitigación de impactos ambientales.

Conceptos	Pesos M. N.	U.S. Dollar
Proyecto	\$ 3,583,310,000	\$ 179,170,000
Medidas de mitigación de impactos	\$ 20,000,000	\$ 1,000,000
Inversión total	\$ 3,603,310,000	\$ 180,170,000

Nota: Se considera una paridad de \$20.00 pesos por USD.

2.2. Características Particulares del Proyecto

El proyecto está diseñado para usar gas natural como combustible principal y diésel de respaldo, el cual utilizará 22 motogeneradores de combustión interna tipo W20V34DF con capacidad de 9,0 MW en cada una. Los motogeneradores serán instalados con la consideración de un arreglo de dos salas de máquinas, en donde se incluyan sus equipos auxiliares requeridos para la operación y mantenimiento. En la **Figura 2.5.** se presenta el tipo de motor de generación eléctrica como los que se instalarán. En la **Figura 2.6.** se proyecta una vista general del arreglo general futura de la CCI Parque Industrial.

Los motores de combustión interna (MCI) son máquinas térmicas que producen energía mecánica en el eje a partir de la transformación de la energía química del combustible en un proceso de combustión dentro de la cámara de combustión. El MCI puede ser considerado como uno de los inventos más importantes que cambiaron la vida humana en los últimos tiempos, proporciona un rápido y sencillo método para la generación o transformación de energía, opera con una variedad de combustibles que están comúnmente disponibles. Desde su concepción y especialmente en los últimos años, enormes esfuerzos de investigación y recursos se han empleado para mejorar su rendimiento a tiempo de reducir su impacto sobre el medio ambiente.

El término Dual-Fuel Engine describe a los motores de encendido por compresión que queman simultáneamente dos combustibles totalmente diferentes en proporciones variables. Estos dos combustibles se componen generalmente de un combustible gaseoso, que suministra la mayor parte de la energía liberada por la combustión, y un segundo combustible, que es un líquido empleado principalmente para proporcionar la energía

necesaria para la ignición y la fracción restante de energía liberada por el motor (Karim, 2015).

Los principales proveedores de Motores Dual-Fuel como Wärtsilä, Caterpillar, Hyundai, MAN entre otros tienen una gama de productos Dual-Fuel que en la mayoría de los casos basado en un motor originalmente diseñado para combustible diésel y mediante modificaciones de diseño en los componentes principales de potencia, sistema de combustible para el ingreso de gas y un sistema de control que permita la operación dual-fuel se ha logrado tener productos que tengan un alto desempeño operando como Dual-Fuel.

Wärtsilä es una corporación de origen finlandés líder en la fabricación de motores marinos de alta potencia, tiene una variedad de motores diseñados para operación continua con combustible dual, NG-MDF Natural Gas-Marine Diésel Fuel, Wärtsilä tiene las series 20DF, 31DF, 34DF, 46DF y 50DF estos generadores están en potencias desde 0,9 hasta 18,3 MW.

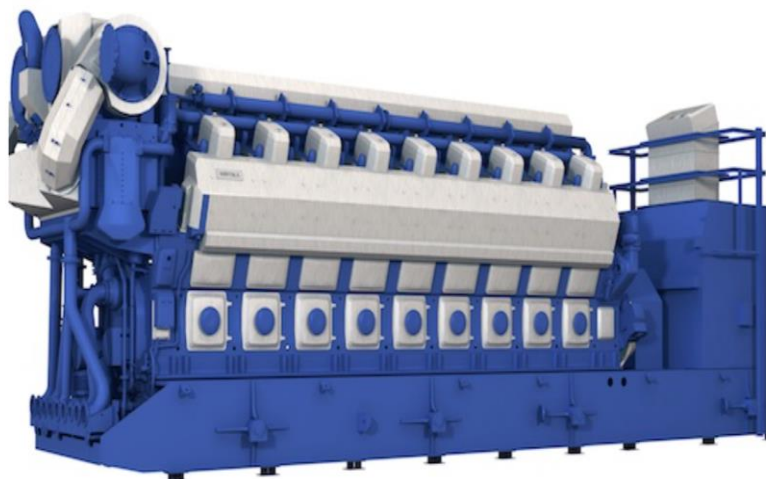


Figura 2.1.5 Ejemplo de un motor de combustión interna para generación eléctrica - Motogeneradores Dual-Fuel Wärtsilä

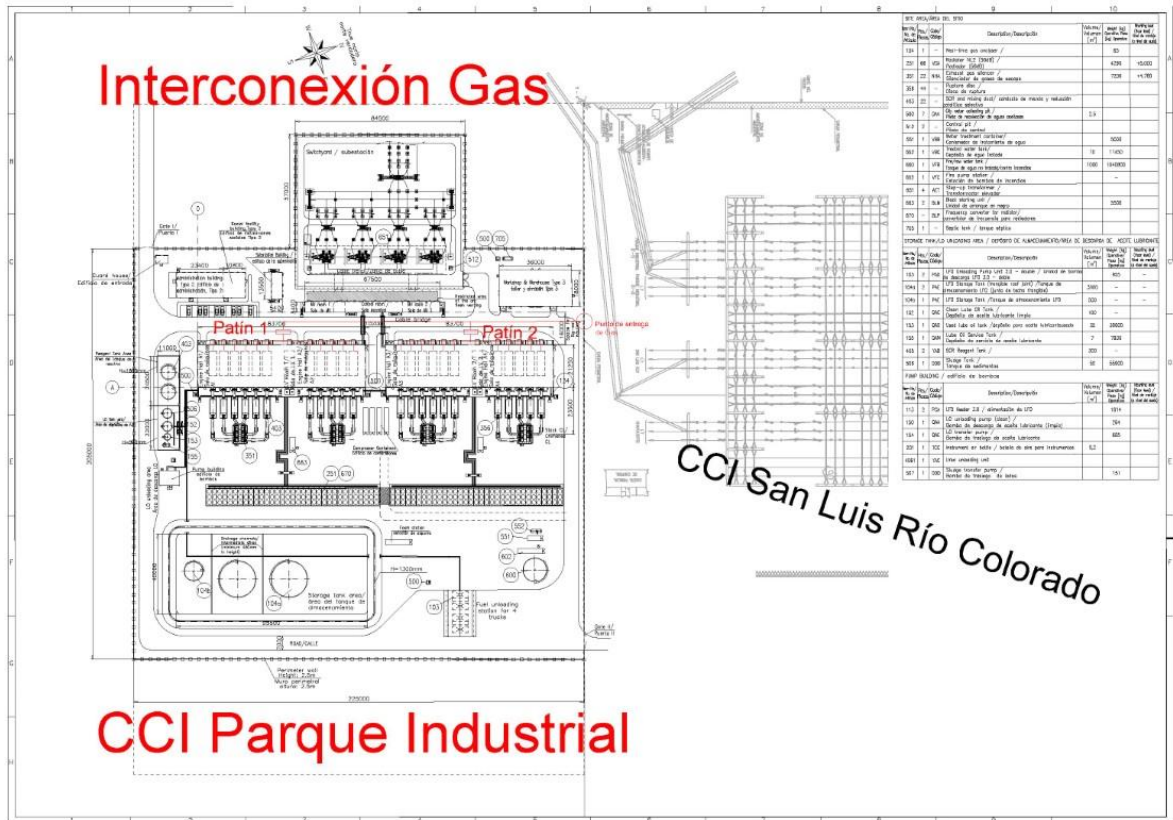


Figura 2.1.6. Arreglo General de la CCI Parque Industrial

2.3. Programa de trabajo

El programa de trabajo define las actividades y señala los periodos de tiempo en que se efectuarán éstas. Con ello es posible optimizar recursos para mejorar el rendimiento y al mismo tiempo se permite medir el avance, seguimiento y evaluación de las actividades para calcular las necesidades en materiales, equipos, mano de obra y recursos, entre otros.

El programa de trabajo calendarizado correspondiente a todas las etapas de la vida útil (25 años) del proyecto y se presentan las actividades a realizar, en las etapas de Preparación del Sitio y Construcción se realizarán las gestiones administrativas, ambientales y financieras en un período de 9 meses. Por su parte, la etapa de Operación y Mantenimiento tendrá una duración de 25 años. Y la etapa de Desmantelamiento y Abandono de las Instalaciones, se considera un año, la cual incluirá la limpieza y acondicionamiento, restitución de suelos, disponiendo debidamente los residuos generados y considerando la reutilización de los materiales que sea posible; se considera inaplicable un programa de restitución de vegetación. En su defecto, lo más recomendable es dejar el terreno en condiciones que permitan las actividades del uso de suelo actual.

En las **Tablas 2.5 y 2.6**, respectivamente se sintetizan las etapas y se desglosa el programa de actividades que comprende cada una de éstas.

Tabla 2.4 Duración las Etapas del Proyecto

Etapa	Tiempo
Preparación del Sitio y Construcción	9 meses
Operación y Mantenimiento	25 años
Abandono	1 año

Tabla 2.5 Programa general de actividades

ETAPA	ACTIVIDADES PRINCIPALES	Meses				Años	
		1	2	3-9	10-12	1 - 25	25-26
PREPARACIÓN DE SITIO Y CONSTRUCCIÓN	GESTIONES						
	PREPARACIÓN DEL SITIO						
	INSTALACIÓN						
	PUESTA EN SERVICIO						
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	OPERACIÓN						
	MANTENIMIENTO						
DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES	RETIRO DE INFRAESTRUCTURA Y REHABILITACIÓN DEL PREDIO						

Requerimientos de Mano de Obra

Para la preparación del sitio y la instalación de los motogeneradores se requiere la participación de 60 personas.

Para la etapa de operación y mantenimiento de la futura Central de Combustión Interna se requerirá de 16 personas.

Para el abandono y rehabilitación del predio se estima la participación de 60 personas.

2.4. Representación gráfica regional

Si se describe geográficamente de lo general a lo particular, el proyecto se ubica en el noroeste de la República Mexicana, en el estado de Sonora, municipio de San Luis Río Colorado.

Ambientalmente se localiza en la Región Hidrológica RH 08 Sonora Norte, dentro de la Cuenca Río Desierto de Altar – Río Bamori/ Subcuenca Desierto de Altar / Microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado, de acuerdo con lo establecido en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA). Asimismo, en la Provincia fisiográfica Llanura Sonorense, la cual a su vez se divide en la Subprovincia Desierto de. Esta región se extiende en los estados de Sonora y Baja California (INEGI. Anuario estadístico y geográfico de Baja California 2017). Figura 2.7

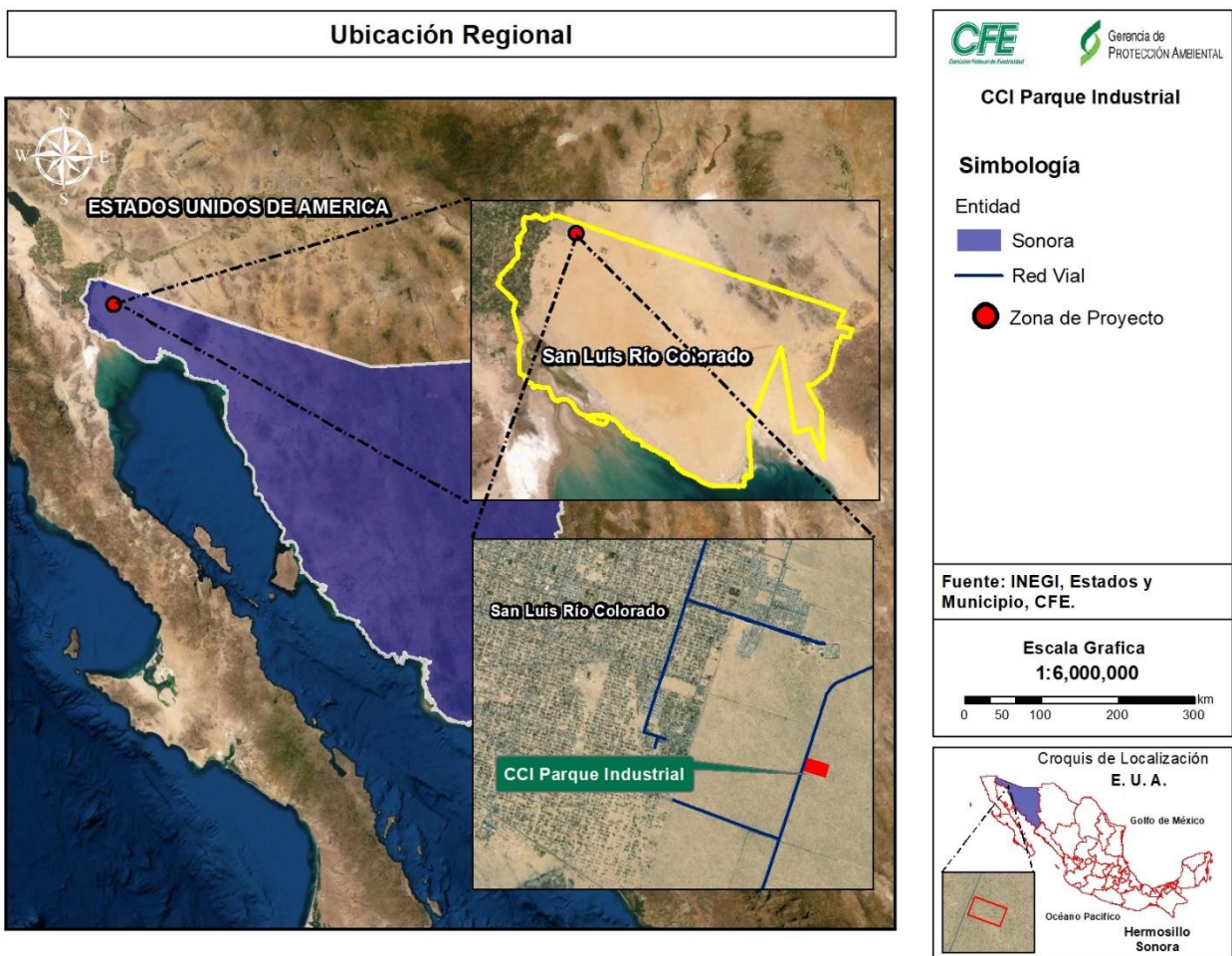


Figura 2.1.7 Ubicación Regional del Proyecto

2.5. Representación gráfica local

El sitio del proyecto se localiza al noroeste del municipio de San Luis Río Colorado, a 3.29 km de la localidad de San Luis Río Colorado, en una planicie desértica. Sobre la carretera N° 3 autopista San Luis Río Colorado – Golfo de Santa Clara, muy cerca (7.00 km) del entronque con la N° 22, libramiento Golfo de Santa Clara – Ejido La Islita; y, al norte a 4.5 km con la carretera N° 2 San Luis Río Colorado – Sonoyta (ésta, a 145 m con la frontera de Estados Unidos).

2.6. Preparación del sitio y construcción

En la preparación del sitio se realizarán las siguientes actividades: levantamiento topográfico, retiro de vegetación y despalme, acarreo de materiales pétreos, instalación de infraestructura temporal, manejo de residuos, se requerirán la limpieza y nivelaciones menores del terreno con el propio material.

En términos generales en la etapa de construcción se ejecutarán los siguientes trabajos: obras civiles, instalación del equipo de generación de energía, sistemas mecánicos auxiliares, sistema de combustible diésel, sistema de suministro de gas natural, sistema de aceite lubricante, sistema de aire comprimido, sistema de refrigeración, sistema de escape, sistema de agua aceitosa, sistema de suministro de agua, sistema de protección contra incendios, sistema de control, obras de la subestación eléctrica y puesta en servicio, mismo que se describirán con mayor detalle a continuación.

2.7. Obras Civiles de la Central de Combustión Interna

- Drenaje pluvial

El sistema de drenaje pluvial consistirá en trincheras abiertas revestidas de hormigón, rasgadura o revestimiento de césped.

- Conductos subterráneos, zanjas de cable y postes de iluminación

Los conductos de cable subterráneos estarán hechos de plástico o equivalente. Los conductos se instalarán a una profundidad mínima de 70 cm, empotrados en arena.

- Red de puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra subterráneo consta de cables de cobre instalados a una profundidad mínima de 70 cm. Al sistema se añaden varillas de puesta a tierra instaladas verticalmente. Se instalarán los “fosos de control” necesarios.

- Caminos internos y áreas de estacionamiento

Los caminos internos de acceso y de las zonas de descarga de combustible serán de 6 m de ancho y para otras zonas de 4 metros. El pavimento de las carreteras principales y de la zona de aparcamiento será de hormigón asfáltico.

- Áreas de grava

Las áreas alrededor del equipo exterior y las carreteras peatonales estarán cubiertas con material granular no polvoriento.

- Piedras de bordillo

Los bordes de los caminos interiores y de la zona de estacionamiento estarán protegidos con bordillos. Los bordillos tendrán aberturas para la descarga de agua de lluvia.

- Cercado de malla de alambre

Los postes de cerco y los perfiles de punto de inyección y la malla de red de alambre serán de aluminio o acero galvanizado. La cerca tendrá 2,5 metros de altura y en la parte superior tres filamentos de alambre de acero galvanizado. La cerca tendrá una puerta doble de 6 m de ancho en la entrada del sitio.

- Refugios y otras estructuras del sitio

Se proporcionarán refugios para la protección de los paneles eléctricos y la unidad de bombeo. Los refugios serán de estructura de acero y techo de chapas de acero corrugado.

- Excavaciones y rellenos

Las excavaciones de edificios y estructuras pesadas se realizarán al nivel real de la cimentación. Aproximadamente 0.5 a un metro de profundidad del suelo será reemplazado bajo edificios y estructuras pesadas. El suelo excavado será colocado en otros sitios del mismo predio del proyecto, para nivelar o rellenar.

El material de relleno bajo edificios y estructuras será material granular, compactado para cumplir con los requisitos estructurales; este material será adquirido de casas comerciales autorizadas. El relleno no estructural se realizará utilizando el propio material de excavación.

- Cimentaciones

Las cimentaciones de edificios y estructuras pesadas serán de hormigón armado. Donde sea necesario se colocarán barras de refuerzo de alto rendimiento hormigón armado a lo largo de las líneas de columna de la superestructura. Las losas de hormigón armado vertido sobre malla de acero.

Las superficies de cimentación verticales se verterán contra contrachapado o encofrado de acero.

La superficie superior de la cimentación del motor y losas del suelo serán de acero con paletas (acero flotado). La base del conjunto generador del motor estará hecha de hormigón armado. El motor está montado de forma flexible, en paquetes de muelles en la base para

minimizar las cargas dinámicas a la base. La cimentación está separada de la losa del suelo con un compuesto de sellado resistente al aceite.

Las cimentaciones de tanques de combustible serán de vigas y losas de hormigón armado. Para evitar la contaminación del suelo, el área interior de la viga anular se estanca con una geomembrana de HDPE soldada o equivalente. Alternativamente se podrá usar una losa de hormigón hermética. Se instalarán tubos de detección de posibles fugas de aceite desde el hueco medio del tanque hasta las fosas de detección fuera del haz del anillo. Los depósitos de almacenamiento se encuentran dentro de la zona de contención del almacenamiento de combustible. Cualquier posible contaminación del suelo se evita con una pared de contención hermética y un fondo de hormigón armado.

La zona de contención está inclinada contra trincheras de hormigón abiertas para la recolección de agua de lluvia. Los cimientos de los transformadores serán de hormigón armado. Las cuencas de contención de aceite estarán dimensionadas para la cantidad de aceite en el transformador real. La cuenca está cubierta con grava en curso apoyada en malla de acero o estructura de chapa de acero perforada. Para manipular posibles derrames de aceite, la salida de las zanjas y la salida de la cuenca de contención se controlan mediante válvulas de agua de lluvia y agua aceitosa accionadas manualmente. El agua de lluvia se conduce al sistema de agua de lluvia abriendo la válvula de agua de lluvia. El agua aceitosa se bombeará hacia la zona de almacenamiento o tratamiento. Los tubos para conducir el agua aceitosa son de plástico.

Las bases de los sistemas de refrigeración estarán hechas de hormigón armado.

Los cimientos de las pilas, los soportes de los tubos de gases de escape y las calderas y otras estructuras de soporte están hechos de hormigón armado.

- Estructuras de acero

Los bastidores y soportes estructurales estarán hechos de perfiles de acero prefabricado y pintados con pintura anticorrosiva. La instalación se realiza con conexiones atornilladas. Las columnas se fijan con pernos de anclaje incorporados a la cimentación. El tratamiento de superficies se realiza con material anticorrosivo y pintura protectora para evitar la corrosividad atmosférica.

Las plataformas de las salas de máquinas incluyen una unidad de ventilación / plataforma de aire de carga y plataforma de pila. Las plataformas se instalan donde se requiere para fines de mantenimiento. El tratamiento de la superficie del bastidor de la plataforma y de la barandilla es comparable al del bastidor de acero estructural. Los desembarques y plataformas están cubiertos con rejillas galvanizadas.

- Paredes de los edificios

Las paredes están hechas de paneles tipo sándwich ligeros, aislados con lana mineral. Las chapas metálicas de superficie, hechas de chapas de acero corrugado, están unidas a la

lana mineral estructural para formar un panel sándwich estructural integrado. Las chapas metálicas de superficie de los paneles y las láminas de acero están galvanizadas y revestidas de plástico.

Los paneles están fijados con pernos o tornillos al bastidor de acero. Las juntas entre el bastidor y los paneles están selladas con goma elástica. Las juntas verticales entre los paneles están selladas con tiras de lana mineral y cubiertas con linternas de acero moldeadas.

- Techos

La estructura del techo es una estructura ligera de acero. El componente estructural del soporte de carga está hecho de chapas de acero corrugado o perfiles. El aislamiento utilizado es lana mineral no combustible.

Para una mejor absorción del sonido, las chapas interiores de acero de las salas de máquinas y los talleres tienen una perforación del 15 %.

- Puertas

Las puertas serán de acero con aislamiento de lana mineral chapadas en metal. Las puertas de la sala de máquinas y las áreas circundantes están protegidas contra incendios.

- Ventanas

El marco de las ventanas está hecho de perfiles de aluminio pintado. Los tamaños de las ventanas son modularizados (1.1x1.2 y 1.1x0.6 m) y fáciles de instalar. Las ventanas en las paredes exteriores están equipadas con vidrio anti-sol. Varias ventanas estarán abisagradas para utilizarlas como salida de emergencia. Las ventanas serán ignífugas.

- Pisos

Los pisos que no están cubiertos con azulejos o moqueta de plástico se pintarán dos veces con pintura epoxi. Las siguientes habitaciones tendrán pisos de baldosas: Sala de control, áreas de oficina, comedor, pasillo(s) en áreas de oficina, vestuarios y aseos. La alfombra utilizada es una alfombra de plástico antiestática de 2 mm de espesor con costuras soldadas en tableros de madera contrachapada. Las siguientes habitaciones tendrán suelos de moqueta de plástico: Sala de control y pasillo(s) en áreas de oficina.

- Equipo de salas de máquinas

- Grúas de techo

- Grúas de pluma

- Elevadores de cadena accionados manualmente

- Edificios de la CCI Parque industrial
 - Edificio de control de equipos eléctricos
 - Edificios y estructuras auxiliares
 - Instalaciones de manipulación de residuos de aceite
 - Edificio de instalaciones sociales
 - Taller y almacén
 - Edificio de administración
 - Edificio de guarda
- Estructuras de suministro de gas
 - Estación de descarga de combustible y aceite
 - Estructuras de almacenamiento de combustible
 - Estructuras de tanque de día
 - Estructuras auxiliares exteriores
- Estructuras de la subestación de transformación eléctrica
 - Estructuras del transformador auxiliar de la estación
 - unidad de arranque negra
 - transformador de estación
 - Estructuras del transformador de potencia
 - transformadores de potencia
 - transformador de bloque
 - Estructuras de conmutación de alta tensión
 - interruptor de alta tensión

2.8. Instalación del equipo de generación de energía

Cada motor de combustión interna y el generador serán instalados en bastidores base. Los bastidores base se instalan de manera flexible sobre cimientos de hormigón mediante muelles de acero.

Cada motor está instalado rígidamente en el bastidor de base común. El bastidor base es una construcción de caja de acero rígido soldado. La pieza del motor y la pieza del generador del bastidor base común se atornillan juntas in situ para formar un bastidor base rígido. Figura 2.8:



Figura 2.1.8 Ejemplo de un motor de combustión interna de cuatro tiempos

Las dimensiones de cada motor son las siguientes (Las dimensiones y el peso pueden variar según el fabricante y tipo de generador):

- Longitud: 19 m
- Ancho: 4 m
- Altura: 6 m
- Peso (en seco): 366,800 kg
- Peso (húmedo): 382,800 kg

Datos principales del motor:

Configuración	V	forma del motor
Número de cilindros	18	
Diámetro del cilindro	500	mm
Carrera	580	mm
Régimen	514	rpm
Velocidad media del pistón	9.94	m/s
Presión media efectiva	2002	kPa
Cilindrada	113.9	dm ³
Tasa de compresión	12.5:1	
Número de válvulas de admisión	2	
Número de válvulas de escape	2	
Dirección de rotación con orientación hacia el volante	Horaria	

Descripción general del motor

Los tipos de motor que se instalarán son los denominados motor de combustible dual de cuatro tiempos. El motor está diseñado para funcionar con gas como combustible base o con diésel como combustible de respaldo. El motor puede arrancar en el modo de gas o en el modo de combustible de respaldo.

2.9. Sistemas mecánicos auxiliares

El funcionamiento correcto de la central eléctrica modular depende de sistemas mecánicos auxiliares. Los sistemas propuestos se optimizarán para su aplicación específica. El funcionamiento de estos sistemas es proporcionar al motor combustible, aceite lubricante, aire de arranque, agua de refrigeración y aire de carga, de la cantidad y la calidad necesarias, así como deshacerse de los gases de escape de la forma correcta. Figura 2.9:

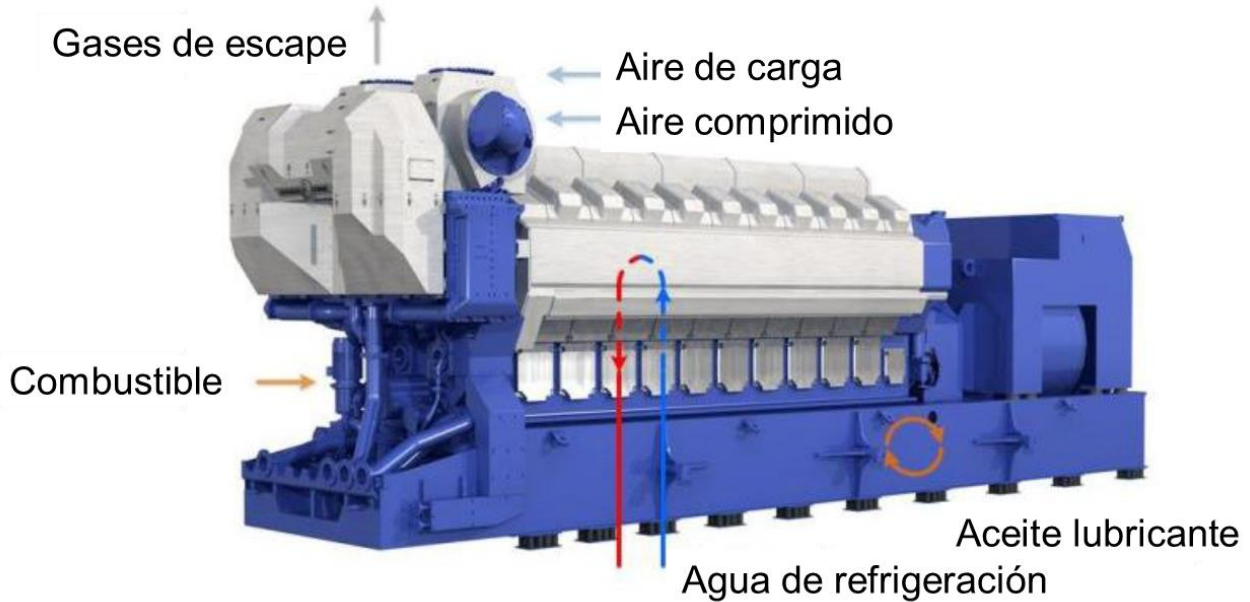


Figura 2.1.9 Sistemas mecánicos auxiliares para el motor

2.10. Sistema de combustible diésel

El sistema de combustible proporciona a los motores combustible con el caudal, la presión y el grado de pureza correctos.

El diésel será el combustible de respaldo para la central eléctrica. Un motor precalentado puede arrancar con diésel cuando el combustible haya circulado previamente a través de las bombas de inyección de combustible y haya alcanzado la temperatura y presión correctas. El combustible auxiliar se ramifica del sistema de diésel.

El sistema de diésel está compuesto de los siguientes equipos:

- Bomba de descarga.

La unidad de bomba de descarga bombea diésel desde los camiones cisterna al depósito de almacenamiento. Las bombas de descarga y el equipo auxiliar se integran en un bastidor de acero que forma una unidad de patín compacta.

La unidad de bomba de descarga contiene los siguientes equipos:

- o Bombas de descarga accionadas con motor eléctrico, figura 2.10
- o Filtro de succión para cada bomba
- o Conjunto de manómetro para la presión de succión y descarga para cada bomba

- o Interruptor de presión para cada bomba
- o Panel de control local para funcionamiento manual y automático
- o Juego de tuberías de interconexión, bridas, sellos y válvulas

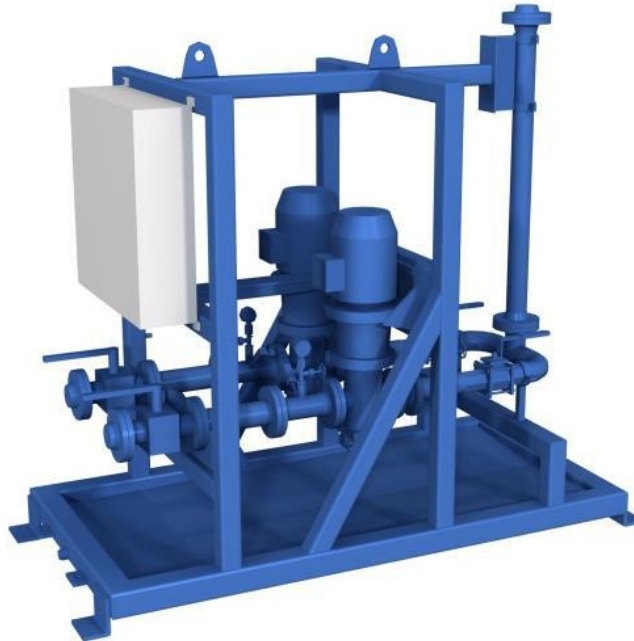


Figura 2..1.10 Ejemplo de una unidad de bomba de descarga de diésel

- Depósito de almacenamiento de diésel.

El sistema de suministro de diésel combustible contará con dos tanques de almacenamiento principal de 3,000 m³ y un tanque de 500 m³ de capacidad para dar autonomía por siete días de operación continua, a plena potencia de todos los motores. El depósito está diseñado para instalación por encima del nivel del suelo.

La unidad de alimentación de diésel suministra el flujo de combustible correcto del depósito de almacenamiento a la unidad de refuerzo. Las bombas de alimentación y el equipo auxiliar están integrados en una estructura metálica, que forma una unidad de patín compacta. Figura 2.11.

Alimentación de combustible será accionada por un motor eléctrico con una capacidad de 43 m³/h, presión 6 Bar

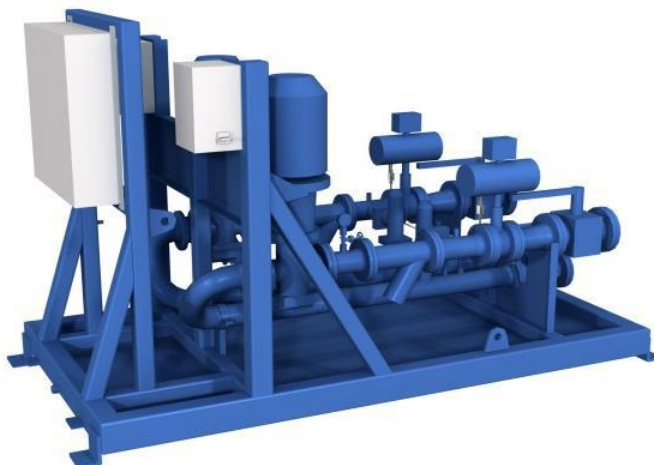


Figura 2..1.11Ejemplo de unidad de alimentación de diésel

- Unidad de sobrealimentación de combustible del motor de diésel

La unidad de sobrealimentación del motor de diésel proporciona combustible al motor, a la temperatura y presión correctas, y recoge el combustible de retorno para que vuelva a circular. También recoge el combustible de fuga del motor. La unidad de sobrealimentación de combustible está conectada al módulo auxiliar del motor, e incluye tuberías, depósitos, bombas, filtros, válvulas e instrumentación. Figura 2.12.

La cantidad de combustible que circula por el motor es considerablemente superior al consumo de combustible, y el combustible sobrante retorna al depósito de mezcla situado en la unidad de sobrealimentación de combustible del motor. Hay un enfriador de combustible instalado antes del depósito de mezcla. A la salida del depósito de mezcla hay una bomba de sobrealimentación que aumenta la presión del combustible y bombea combustible al motor, a través de un filtro fino.

El combustible de fuga sucia del motor se recoge en el depósito de fuga sucia y se bombea hasta el sistema de tratamiento con una bomba. El combustible de fuga limpia se recoge en el depósito de fuga limpia situado en el módulo auxiliar del motor.

Los siguientes componentes están instalados en un bastidor de acero que conforma una unidad de patín compacta:

- o Caudalímetro de consumo total de combustible
- o Válvula de cierre de seguridad
- o Depósito de mezcla
- o Bomba de sobrealimentación

- o Capacidad 10.2 m³/h
- o Presión 8 bar
- o Filtro fino doble
- o Enfriador de gasóleo
- o Depósito de fuga sucia y bomba
- o Panel de control del módulo
- o Tuberías y aislamiento
- o Válvulas e instrumentos de medida

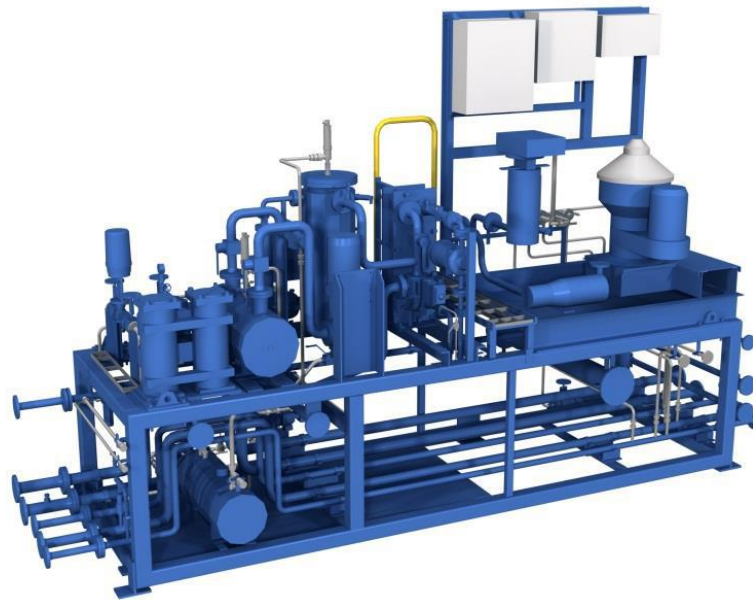


Figura 2.1.12 Ejemplo de una unidad de sobrealimentación de combustible del motor

El filtro es de tipo automático con autolimpieza. La limpieza se realiza mediante retrolavado automático y el combustible lavado se dirige de vuelta al depósito de gasóleo ligero.

2.11. Sistema de Suministro de Gas Natural

Para las obras e instalaciones del sistema de suministro de gas natural se aplicarán las especificaciones establecidas en la NORMA Oficial Mexicana NOM-007-SECRE-2010, Transporte de gas natural.

El proyecto consta de 148 m de longitud de tubería de acero de 8" de diámetro para el suministro de gas natural, el cual se distribuye de la siguiente manera: del punto de entrega del gas natural a través de la válvula de corte o válvula monoblock, existirán 54 m a lo largo de la línea principal hasta el primer patín y 94 m hasta el segundo patín de regulación. Esta línea principal se conectará a dos patines de regulación, a través de los cuales el gas natural se distribuirá a los 22 motogeneradores de combustión interna (MCI).

El propósito del sistema de gas es proporcionar al motor un suministro de combustible constante, a la presión, temperatura y limpieza adecuadas. Este Sistema también se encarga de cerrar el suministro de gas si surge cualquier problema y de ventilar el gas atrapado en la tubería.

En la Figura 2.13 se presenta la ubicación de la tubería de suministro y patines de distribución de gas natural a los motores del proyecto.

El sistema de gas combustible consta de los siguientes componentes:

A. Analizador de gases en tiempo real

El analizador de gases en tiempo real se basa en la espectroscopia óptica. La solución contiene un sistema de muestreo que ha sido diseñado para una operación robusta y automática y es extremadamente fácil de operar y mantener (por ejemplo, no se necesitan gases portadores o de calibración). El sistema está completamente integrado y basa su operación en la concentración de metano del gas natural suministrado y el poder calorífico inferior: estos datos se le proporcionan como entrada a los sistemas de control de la planta y del motor.

B. Válvula de corte de seguridad principal - específica del motor

La unidad de válvula de cierre de seguridad principal aísla el sistema de gas en caso de emergencia, y la unidad se ubica en la tubería de entrada de gas fuera de la sala de

C. Unidad de regulación de gas

Cada motor viene equipado con una unidad de suministro de gas unidad reguladora que controla la presión de alimentación del gas al motor, en función de la carga del motor (Figura 2.14. La unidad reguladora de suministro de gas realiza pruebas de fugas de las válvulas de cierre principales, después de que cada motor se detenga o cierre.

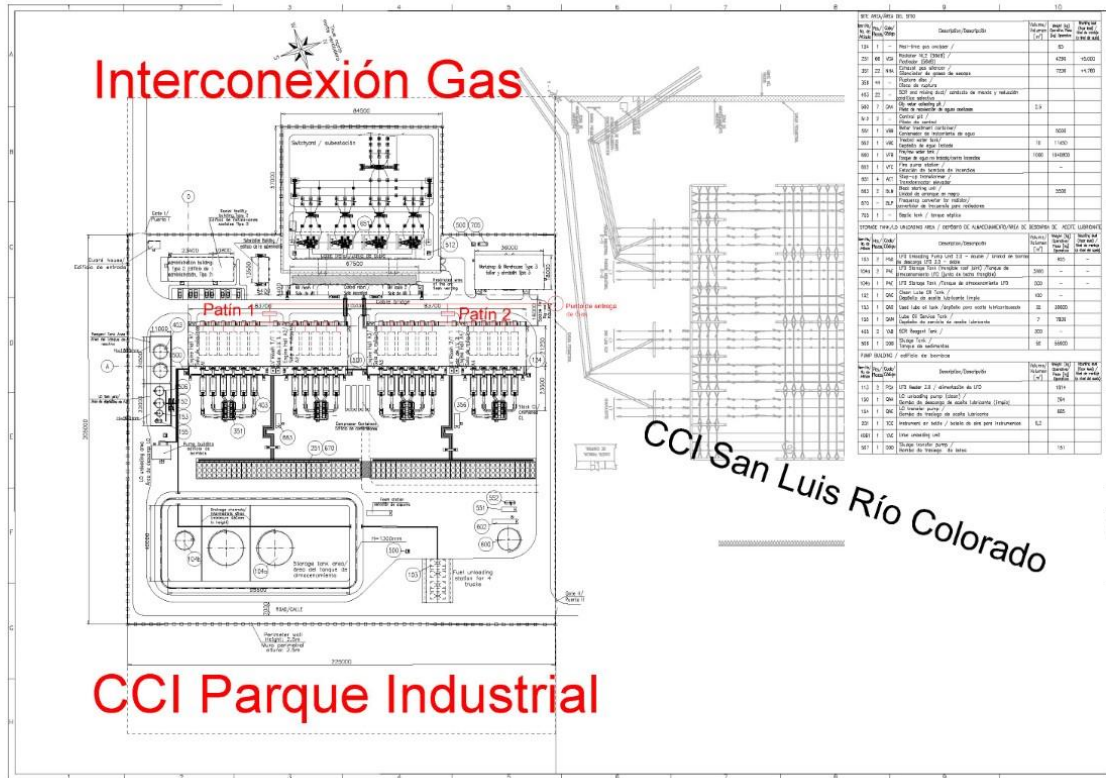


Figura 2.1.13 Ubicación de la tubería de suministro y patines de distribución de gas natural



Figura 2.1.14 Ejemplo de un suministro de gas unidad reguladora

D. Caudalímetro de la unidad de regulación de gas

La unidad - regulador de gas viene equipada con un medidor de flujo másico. El medidor tiene una precisión del 0.5 % a pleno flujo.

2.12. Sistema de aceite lubricante

Este sistema proporciona la lubricación necesaria para todas las piezas móviles en el motor. Se compone del sistema de aceite de lubricante del motor, que realiza la refrigeración y filtrado del aceite lubricante para el propio motor, y el sistema de aceite lubricante relacionado con la central, que realiza el almacenamiento del aceite de lubricante nuevo y usado.

- Unidad de bomba de descarga de aceite lubricante - individual

La unidad de bomba de descarga bombea nuevo aceite lubricante de los camiones cisterna al depósito de almacenamiento de aceite lubricante. La bomba de descarga y equipos auxiliares se integran en un bastidor de acero, que forma una unidad de patín compacta. La unidad de bomba de descarga consta de los siguientes equipos:

- o Bomba de descarga accionada con motor eléctrico de 9.9 m³/h de capacidad
- o Presión 2 bar
- o Filtros de aspiración en el lado de aspiración de la bomba

- o Manómetros en tubería de entrada y salida
- o Panel de control local
- o Conjunto de tuberías de interconexión, bridas, sellos y válvulas

- Depósito de almacenamiento de aceite de lubricante

El depósito de almacenamiento de aceite de lubricante almacena aceite de lubricante limpio para los motores. El depósito está diseñado para instalación por encima del nivel del suelo e incorpora las siguientes características:

- o Capacidad 200 m³
- o Montaje Vertical
- o 1 Portezuela
- o 1 Válvulas en la entrada y salida
- o Escaleras, barandillas y conexiones bridadas

- Depósito de servicio de aceite de lubricante usado

La función del depósito de aceite de lubricante nuevo/de servicio es proporcionar almacenamiento intermedio de aceite de lubricante del motor durante el mantenimiento del motor, o almacenar aceite de lubricante usado hasta que sea desechado. El depósito está diseñado para instalación por encima del nivel del suelo e incorpora las siguientes características:

- o Capacidad 80 m³
- o Montaje Vertical
- o Portezuela
- o Válvulas en la entrada y salida
- o Escaleras, barandillas y conexiones bridadas

2.13. Sistema de aire comprimido

El aire comprimido es producido por una unidad de compresor de aire de arranque y almacenada en botellas de aire de arranque, mientras el aire de instrumentación de calidad más alta es producido es una unidad de compresor de aire de instrumentación (Figura 2.15). El sistema de aire comprimido se compone del siguiente equipo:

- o Unidad de compresor de aire de instrumentación
- o Botella de aire de instrumentación
- o Unidad de compresión de aire de arranque – simple
- o Botella de aire de arranque



Figura 2.1.15 Ejemplo de una unidad de compresor de aire de instrumentación

2.14. Sistema de refrigeración

La tarea principal del sistema de refrigeración es proporcionar la refrigeración adecuada de los componentes críticos del motor, como camisas de cilindros, culatas y turbocompresores, así como enfriar el aceite de lubricación y aire de carga que se introduce en los cilindros después de que haya sido comprimido por el turbocompresor.

El agua de refrigeración del motor se divide en dos circuitos. El circuito de baja temperatura (BT) enfría el enfriador de aire de carga de BT y el enfriador de aceite de lubricación, el circuito de alta temperatura (AT) enfría el enfriador de aire de carga y las camisas del motor. Los circuitos de BT y AT se enfrían en un radiador con dos circuitos.

El sistema de refrigeración se compone de los siguientes equipos:

- o Radiador de refrigeración
- o Escalera y barandas
- o Vaso de expansión del circuito de baja temperatura
- o Unidad de precalentamiento del circuito de alta temperatura
- o Válvula termostática de baja temperatura
- o Válvula termostática de alta temperatura
- o Unidad del depósito de agua de mantenimiento

La unidad del depósito de agua de mantenimiento proporciona almacenamiento para el agua de refrigeración del motor vaciada durante el trabajo de mantenimiento. El depósito puede usarse para mezclar los productos químicos necesarios para el agua de refrigeración del motor.

2.15. Sistema de escape

La función principal del sistema de gases de escape es dirigir los gases de escape de forma segura hasta la salida de la central eléctrica y descargar los gases de escape a la altura requerida. El sistema de gases de escape también reduce el ruido de escape emitido por los motores. El sistema de escape se compone de los siguientes equipos:

- o Ramal de gases de escape. El tubo de ramificación de gases de escape reúne el flujo de gases de escape procedente de dos turbocompresores en un tubo común.
- o Silenciador de gases de escape. Reduce la emisión de ruido de la salida de gases de escape del motor a 45 dB.
- o Fuelles de gases de escape. Los fuelles de expansión aíslan los conductos de escape de las vibraciones y también permiten la expansión térmica.
- o Ventilación de seguridad. La disposición de la ventilación de seguridad y el disco de ruptura se concibe para proteger a los equipos y al personal en caso de acumulación rápida de presión en el sistema de gases de escape.
- o Ventilador de ventilación de gases de escape. La unidad del ventilador de purga introduce aire fresco en el tubo de gases de escape para evitar la acumulación de mezclas de gases inflamables en el sistema de gases de escape.
- o Conducto de gases de escape – calorifugado. Esto incluye conductos para el sistema de gases de escape entre el motor y el colector de gases de escape. El material de aislamiento y revestimiento de los conductos de gases de escape se incluye en el interior

del edificio y en lugares accesibles con una temperatura superficial superior a 60 ° C hasta el colector de gases de escape.

o Chimenea de gases de escape - con aislamiento. Los gases de escape del motor se descargan a través del haz de tubos de gases de escape. El haz de tubos de gases de escape tiene una Altura sobre el nivel del suelo de 24 m.

2.16. Sistema de agua aceitosa

La función del sistema de agua aceitosa es recoger el agua contaminada con aceite y los lodos generados en la central eléctrica, y almacenarlos en un depósito de lodos para su posterior eliminación o transporte. La unidad de bomba de transferencia de agua aceitosa. Trasvasa agua aceitosa desde los pozos ciegos de agua contaminada con aceite hasta un depósito de compensación de agua aceitosa. La bomba se diseña para bombear agua aceitosa que puede contener material particulado. El sistema de agua aceitosa está compuesto principalmente de los siguientes equipos:

- o Bomba neumática de agua aceitosa de 6 m³/h de capacidad
- o Panel de control local para conmutación entre funcionamiento manual y automático
- o Juego de tuberías de interconexión y equipos
- o Tanque de lodos. El tanque de lodos se utiliza para almacenar lodos constituidos por compuestos aceitosos y sólidos con agua libre y emulsionada; capacidad 150 m³

Sistema de suministro de agua

El sistema de suministro de agua proporciona a los diferentes sistemas de la central agua, en la cantidad y con la presión y calidad adecuadas. El sistema está diseñado como un circuito cerrado y se dimensiona para los sistemas de la central:

- Unidad de sobrealimentación de agua

La unidad de sobrealimentación de agua proporciona agua a diversos consumidores de agua en la central. Sus componentes son los siguientes:

- o Depósito de presión
- o Capacidad 50 l
- o Presión 10 bar
- o Bombas centrífugas multietapa
- o Capacidad 10 m³/h
- o Presión 6 bar(g)

- o Panel de control local con convertidores de frecuencia para bombas
- o Juego de tuberías de interconexión, bridas y válvulas

Sistema de protección contra incendios

El sistema de tuberías ascendentes de la central eléctrica sigue los requisitos del "sistema de tuberías ascendentes código NFPA (Asociación Nacional de Protección contra el Fuego de los EE. UU.) 14 clase II". Además, se proporcionan unidades de espuma móviles. Para adoptar medidas inmediatas frente a pequeños incendios locales, la central eléctrica estará equipada con una serie de extintores de polvo seco en ubicaciones estratégicas, y con extintores de CO₂ para incendios eléctricos (siguiendo las distancias indicadas en NFPA10).

El suministro de agua para extinción de incendios está construido usando "un medio de protección contra incendios código NFPA24" como directriz de diseño.

El diseño del área del depósito (relativo, por ejemplo, a las distancias de seguridad) se basa en el código NFPA30, con corrientes de agua de enfriamiento para protección frente a exposición.

La capacidad de la bomba de agua de alimentación se selecciona en función de los requisitos de protección específicos, no menos de 1.890 l/min (aproximadamente 120 m³/h), que es el requisito mínimo de manguera de NFPA850.

Aunque la filosofía del sistema de protección depende de estándares NFPA ampliamente reconocidos, las tuberías y el equipo pueden aún seguir estándares utilizados por el proveedor de equipos de protección contra incendios.

La planta estará subdividida en áreas de incendios independientes para limitar la expansión del fuego, proteger al personal y limitar los daños consecuentes para la planta. Las áreas de incendios deben estar separadas entre sí por barreras contra incendios, separación espacial u otros medios aprobados.

La filosofía de diseño descrita anteriormente pretende impedir la interrupción de la generación eléctrica debido a falsas alarmas y fallos en el sistema de automatización, y se basa en los supuestos siguientes:

- o Personal capacitado se mantiene en la central eléctrica 24 horas al día.
- o El personal que trabajará en la central se forma y actualiza regularmente en los procedimientos de operación correctos.
- o La central, incluido el equipo de protección contra incendios instalado, estará bien mantenida y se conservará en buen estado. El equipo se comprueba periódicamente.
- o El trabajo de mantenimiento, lo que incluye soldaduras y recortes, se realizará con las precauciones e indicaciones adecuadas.

Ubicación de los sistemas de protección contra incendios:

- o Común
- o Área de almacenamiento de combustible
- o Área del depósito de diario
- o Sala de motores
- o Edificio de equipos eléctricos
- o Caseta de tratamiento de combustible
- o Caseta de aire de arranque
- o Caseta de vigilancia
- o Edificio de instalaciones sociales
- o Taller y almacén
- o Edificio de administración
- o Estación de descarga de combustible
- o Contenedor de la unidad de reposición del servicio
- o Área del transformador auxiliar de la estación
- o Área del transformador de potencia

Sistema de control

El sistema de automatización permite el funcionamiento centralizado de la planta desde la sala de control. Consta de los siguientes elementos:

- Sistema de interfaz del operador
- Informes y archivos: El servidor de informes y archivos tiene capacidad de almacenamiento y visualización de los siguientes datos:
 - Datos de informes: informe de producción
 - Datos de tendencias: datos de procesos analógicos de la central
 - Alarmas y eventos: datos de procesos específicos de la planta

- Monitorización/funcionamiento remoto
- Comunicación con terceros
- Monitoreo en tiempo real
- Transmisión de datos en tiempo real
- Herramienta de ingeniería: La estación de ingeniería es una herramienta de configuración y programación para la puesta en servicio del sitio y los ingenieros de servicio y permite el soporte remoto
- Paneles de control
- Cableado y accesorios

Obras de la Subestación Eléctrica

La subestación tendrá aislamiento de aire con sistema de barra colectora individual. El equipo de la subestación está aislado del aire, es ideal para uso externo y puede funcionar de manera continua en las condiciones climatológicas de la región. El diseño de la subestación y el equipo cumplirán con las normas técnica correspondientes y estará conformada de los siguientes elementos principales:

- Disyuntor acorde con IEC 62271-100
- Desconector e interruptores de conexión a tierra acordes con IEC 62271-102.
- Supresor de picos acorde con IEC 60099-4.
- Transformadores de corriente acordes con IEC 61869-2
- Transformadores de tensión del condensador acordes con IEC 61869-5

El diseño de la subestación permite el funcionamiento y mantenimiento del equipo al tiempo que las restantes secciones del equipo están activas.

La barra colectora de la subestación está dimensionada con las siguientes tensiones principales:

- Tensión de aislamiento nominal 245 kV
- Tensión nominal 230 kV
- Corriente nominal para barras colectoras 2000 A

- Corriente de resistencia de cortocircuito nominal 40 kA/s lésimo/1 seg.
- Transformadores de corriente
- Transformadores de tensión
- 6 bahías de transformador - AIS, 230 kV
- Cada bahía de transformador de potencia incluye los siguientes equipos principales:
- 2 bahías de transformador - AIS, 161 kV
- Barra colectora en 230 kV
- Barra colectora en 161 kV
- Celda de medición de tensión de bus - AIS, 230 kV
- Celda de medición de tensión de bus - AIS, 161 kV

Sistema de transformación de media tensión

- Barra colectora principal - 13.8 kV, 3150 A, 50 kA

El equipo principal de seccionamiento eléctrico es de tipo trifásico, con gabinete metálico y aislamiento de aire, y con disyuntores extraíbles. Los disyuntores están montados en un camión que incorpora todos los enclavamientos eléctricos y mecánicos. Los dispositivos de funcionamiento e indicación están visibles en el panel delantero del camión. El equipo está diseñado con las siguientes tensiones:

- Tensión de aislamiento nominal 17.5 kV
- Tensión nominal 13800 V
- Corriente nominal para barras de bus 3150 A
- Corriente de resistencia de cortocircuito nominal lésimo/1 seg 50 kA/s

Los disyuntores están equipados con contactos auxiliares, motores de carga, bobinas de disparo de cierre y desviación.

Los transformadores de corriente y tensión tienen una carga nominal para adaptarse a los dispositivos de medición y protección conectados y tienen las siguientes clasificaciones de precisión:

Armario del generador. El armario incluye los siguientes equipos principales:

Circuito principal, que se compone de:

- Disyuntor: Corriente nominal 1250 A
 - Tres transformadores de corriente para medición y protección
 - Tres transformadores de tensión para medición y protección
 - Interruptor de puesta a tierra
 - Transformador de cable para derivación a tierra
- Circuito secundario, que se compone de:
 - Tres amperímetros
 - Conjunto de disyuntores en miniatura
 - Interruptor de control de disyuntor
 - Conjunto de relés auxiliares

Cubículo del transformador elevador. El armario del alimentador de salida incluye los siguientes equipos principales:

Circuito principal, que se compone de:

- Disyuntor: corriente nominal 3150 A
- 3 transformadores de corriente para medición y protección
- 2 transformadores de tensión para medición y protección
- Interruptor de puesta a tierra
- Transformador de cable para derivación a tierra

Circuito secundario, que se compone de:

- 3 amperímetros
- Voltímetro + interruptor del selector
- Relé de protección de sobrecorriente de dos fases
- Relé de protección de derivación a tierra de dos etapas
- Interruptor de control de disyuntor

- Conjunto de disyuntores en miniatura
- Conjunto de relés auxiliares
- Conjunto de disyuntores en miniatura
- Conjunto de relés auxiliares

Circuito principal, que se compone de:

- 3 transformadores de tensión
- Circuito secundario, que se compone de:
 - Voltímetro + interruptor del selector
 - Relé de protección de aumento o disminución de frecuencia
 - Relé de protección de sobretensión y subtensión
 - Relé de tensión neutra
 - Conjunto de disyuntores en miniatura
 - Conjunto de relés auxiliares

Cubículo de punto neutro. El cubículo de punto neutro incluye el siguiente equipamiento principal:

- Resistencia de conexión a tierra neutra 5 A, 10 s
- Enlace desconectable de poste individual
- 2 transformadores de corriente (fase única) para fallo de tierra

Sistema de baja tensión

El sistema de baja tensión incluye los siguientes equipos:

• Transformador auxiliar de la estación. El transformador auxiliar de la estación es un transformador de distribución trifásico, con dos devanados y de distribución enfriada naturalmente, y se dimensiona con las siguientes clasificaciones:

- Potencia nominal 2000 kVA
- Tensión entrante nominal 13800 V
- Tensión de salida nominal 480 V

- Estándar IEC 60076-11
- Tipo Dry
- El transformador incluye el siguiente equipamiento principal:
 - Bujes de tensión media y baja
 - Termómetro con contactos de dos señales
 - Conmutador de tomas sin carga, 5 posiciones, en el lado MV
 - Terminal de tierra
 - Rodillos
 - Orejas de elevación y de remolque
- Unidad de reposición del servicio. La función de la unidad de reposición del servicio es permitir una reposición del servicio de la central eléctrica cuando no se reciba suministro eléctrico de la red. Proporciona energía para los equipos auxiliares (como el compresor de aire de arranque, bomba de prelubricación y cargador de baterías) necesarios para una reposición del servicio de la central eléctrica. Se conecta directamente a los equipos de conmutación de la central. Incluye los siguientes equipos principales:
 - Contenedor
 - Nivel de ruido 83 dB(A)
 - Panel eléctrico, que se compone de:
 - Disyuntor con protección frente a cortocircuitos y sobrecargas
 - Sistema de control para arranque/parada automática cuando se produzca el fallo/recuperación de la red
 - Sistema de alarma con funciones de alarma básicas
 - Sistema de monitorización
- Potencia nominal 630 kVA
- Frecuencia nominal 60 Hz
- Equipos de conmutación de baja tensión. El cuadro de distribución de baja tensión es un cuadro de distribución de armario cerrado con chapas de acero que proporciona

alimentación a los centros de control del motor, motores y otros equipos de la central eléctrica. El cuadro de distribución incluye los siguientes equipos principales:

- 8 alimentadores de entrada con:
 - □ Interruptor principal
 - □ Voltímetro con interruptor selector
- 3 amperímetros
- Alimentadores de salida con fusibles para paneles de control locales
- Arrancadores de arranque directo en línea para motores alimentados eléctricamente
- Clase de protección externa: IP3x
- Convertidor de frecuencia para radiadores de refrigeración. Los motores de los ventiladores del radiador se controlan con un convertidor de frecuencia. El valor prefijado en el convertidor de frecuencia se basa en la temperatura del agua de refrigeración en la tubería de entrada a los radiadores.
- Convertidor de frecuencia - lado auxiliar de ventilación de entrada de sala de motores. La alimentación para la ventilación de la sala de motores se suministra a través convertidores de frecuencia conectados a los equipos de conmutación de baja tensión. Las unidades de ventilación controlan la temperatura en la sala de motores y el volumen del aire.
- Convertidor de frecuencia - lado del generador de ventilación de entrada de sala de motores. La alimentación para la ventilación de la sala de motores se suministra a través convertidores de frecuencia conectados a los equipos de conmutación de baja tensión. Las unidades de ventilación controlan la temperatura en la sala de motores y el volumen del aire.
- Cableado de baja tensión. Los cables de baja tensión están instalados entre el cuadro de distribución de baja tensión de la central y los diversos centros de control del motor y equipos consumidores eléctricos.

Sistema de corriente continua (CC)

El sistema se utiliza para suministrar alimentación a dispositivos y sistemas que necesitan tener una fuente de alimentación de respaldo para mantener las operaciones de seguridad y parada de la central en caso de fallo de la fuente de alimentación principal. Los consumidores de CC de la central eléctrica son los sistemas de control, automatización y protección (central y motor): 110 VCC (flotante).

La capacidad de las baterías se proporciona con clasificación C5 para sistemas de 110 VCC (tensión final de celda de 1,8 V y 20 °C).

Sistema CC - 110 V, la unidad de suministro de corriente continua incluye el siguiente equipo principal:

- Juego de baterías tipo plomo-ácido
- Capacidad 200 Ah
- Tensión DC 110 V
- Tipo de sistema Floating
- Cuadro de distribución que contiene:
 - Interruptor de batería principal
 - Unidad de monitoreo del sistema
 - Interruptores en miniatura para alimentadores
 - Detección de falla a tierra para todos los alimentadores
 - Supresores de sobretensión para las entradas del cargador

Sistema de alta tensión

El transformador elevador es un transformador elevador trifásico con conservador, ideal para la instalación exterior. El transformador elevador está dimensionado con las siguientes clasificaciones:

- Potencia nominal 63 MVA
- Tensión nominal, parte de alta tensión 230 kV
- Tensión de aislamiento nominal, parte de alta tensión 245 kV
- Tensión nominal, parte de media tensión 13800 V
- Intervalo de ajuste de tensión $\pm 1 \times 10\%$
- Conmutador de tomas. Cambiador de toma en carga
- Normas IEC 60076 1...5
- Refrigeración ONAF –
- Devanados/aceite de subida de temperatura 50/55 K
- Conexión YNd11 -

- Pérdidas < 0,3 % antigüedad de potencia nominal (<0,3 para más de 70 MVA)

El transformador elevador incluye el siguiente equipamiento principal:

- Conservador de aceite, volumen al menos del 10% del volumen de aceite
- Válvulas para llenado, drenaje y toma de muestras de aceite
- Válvulas entre el relé de Buchholtz y el conservador de aceite
- Pasadores de elevación y extracción y orejas de elevación
- Indicador de aceite con contactos de alarma para nivel alto y bajo
- Relé de Buchholtz con contactos de alarma y de disparo y dispositivo de comprobación
- Termómetro de aceite con contactos de alarma y de disparo
- Respiradero deshidratante
- Bolsillo para termómetro adicional
- Caja de bornes con resistencia para calentamiento
- Bujes de alta tensión
- Bujes de media tensión
- Indicador de temperatura de devanado
- Radiadores galvanizados en caliente con válvulas de cierre
- Ventiladores con dispositivos de inicio y protección
- Parte inferior plana, reforzada para patinar en cualquier dirección

Electrificación de la central y puesta a tierra

El sistema de conexión a tierra de seguridad se basa en una línea en anillo de puesta a tierra. La línea en anillo está conectada a los equipos principales de la central.

II.2.4.14.6 Sistema de detección de incendios

El sistema de alarma de incendios incluye normalmente los siguientes equipos principales (ver Figura 2.16):

- Centro de alarma de incendios que incluye una unidad de supervisión, una unidad de visualización, unidades de terminal de entrada y salida, una unidad de suministro de alimentación y una unidad de transferencia de mensajes.
- Detectores de incendios y puntos de aviso manuales conectados al centro de alarma de incendios
- Dispositivos de alarma (campanas, sirenas, luces intermitentes) conectados al centro de alarma de incendios

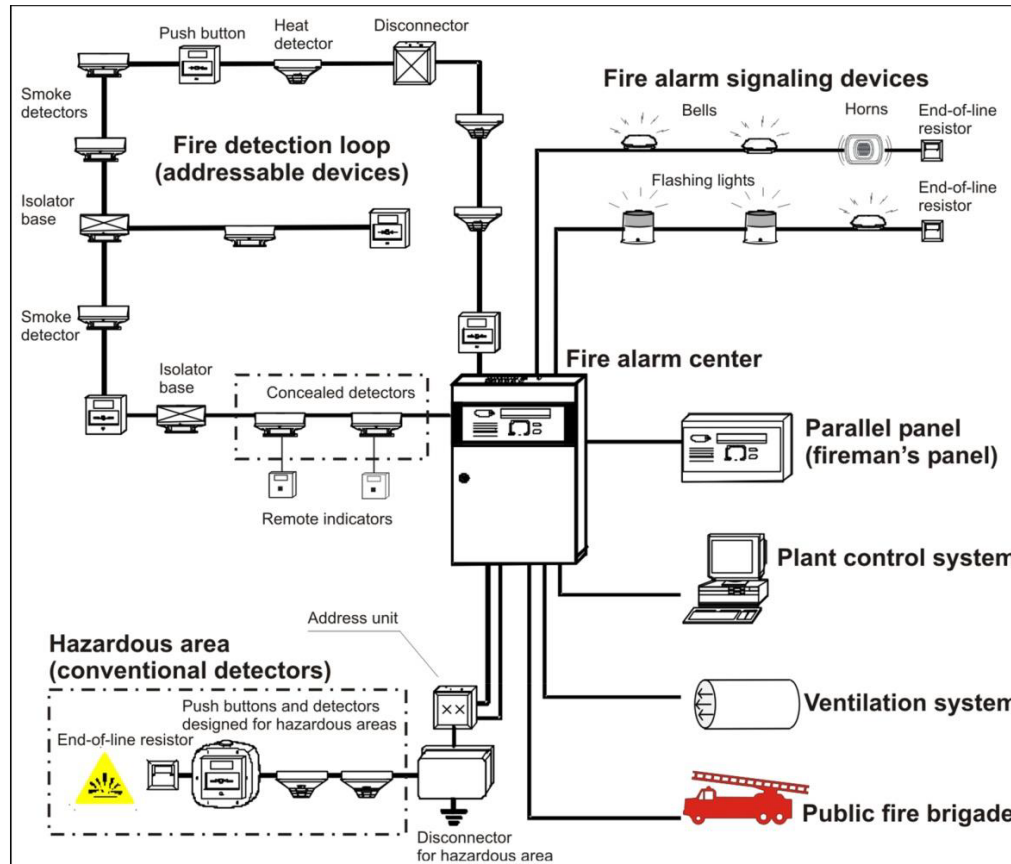


Figura 2.1.16 Configuración típica de un sistema direccionable de alarma de incendios
El diseño del sistema de alarma de incendios considera los siguientes principios básicos:

- El centro de alarma de incendios se ubicará en una sala dotada permanentemente de personal (la sala de control).
- Las salas supervisadas deben dividirse en zonas de alarma para facilitar la localización del incendio.
- Cada sala debe disponer de la cantidad y tipo adecuados de detectores.

- Las campanas de alarma, sirenas y luces intermitentes se ubicarán de manera que resulten fácilmente percibidas.

Zonas de alarma de incendios. El propósito de las zonas de alarma de incendios es agrupar los detectores de incendios para facilitar la localización del incendio en caso de alarma. Deben definirse al menos las siguientes áreas como zonas de alarma de incendios independientes:

- Edificios independientes
- Plantas independientes (excepto las escaleras, que pueden abarcar varias plantas)
- Salas separadas por muros cortafuegos
- Áreas con diferentes clasificaciones contra el fuego
- Salas o áreas de alturas fundamentalmente diferentes
- Salas para las que el acceso se realiza a través de otras zonas

Tipo de detectores

El principio básico consiste en instalar el tipo y la cantidad de detectores de incendios que permitan detectar incendios sin provocar falsas alarmas durante condiciones normales de funcionamiento.

En la sala de motores se utiliza detección de llamas.

En las salas de equipos de conmutación, oficinas, almacenes y salas de control se utilizan detectores ópticos de humo. En talleres y salas similares, donde el humo puede aparecer como resultado del uso normal de las salas, se utilizan detectores de calor diferencial máximo.

Puntos de aviso manuales.

En un dispositivo de alarma manual, la alarma de incendios se activa con un botón pulsador, protegido con una cubierta rompible. Los botones pulsadores para activar alarmas de incendios manualmente deben situarse cerca de cada ruta de salida y próximos al panel de alarma de incendios o al centro de alarma. Cada bucle de detección de incendios dispone de al menos un botón pulsador. Existe al menos un punto de aviso manual a una distancia inferior a 30 metros de cualquier lugar en los edificios.

Bucles de detección de incendios.

Los detectores de incendios y los botones de aviso de incendios se ubican a lo largo de uno o más bucles cerrados, que comienzan y finalizan en el centro de alarma de incendios. Cada bucle de detección estará dividido por diversos dispositivos de desconexión. Cuando se

produce una posible interrupción de línea o un cortocircuito en el bucle, la sección defectuosa queda aislada en los dos dispositivos de desconexión más próximos, mientras que el resto de los detectores del bucle se mantienen en contacto con el centro de alarma de incendios.

Sistema de señalización de alarmas.

Se utilizan los siguientes tipos de dispositivos de señalización de alarmas:

- Campanas de alarma
- Luces intermitentes (obligatorias en salas de motores y espacio auxiliar)
- Sirenas de alarma (cuando resulte viable)

Principios para ubicar los dispositivos de señalización de alarmas:

Sala de motores Los dispositivos de alarma visual (luz intermitente) se ubican de manera que puedan verse en todas las ubicaciones en las que las personas permanezcan más que temporalmente

Sala de control Un dispositivo de alarma audible (campana de alarma).

Otras salas Los dispositivos de alarma audible se ubican de manera que puedan escucharse en todas las salas en las que las personas permanezcan más que temporalmente.

Exterior Se instalará un dispositivo de alarma audible en cada lado de la central eléctrica. Se suministrarán dispositivos de alarma adicionales cuando existan otros edificios u otras obstrucciones que puedan limitar la audición de la alarma.

Bucles de señalización de alarmas de incendios

Todos los dispositivos de alarma de la planta deben activarse cuando se produzca una alarma de incendios. (Excepción: las alarmas concebidas claramente para áreas o edificios independientes que no tengan impacto inmediato en el funcionamiento de la central).

Los bucles de alarma de incendios se organizan de manera que se obtenga un mensaje de fallo cuando se produzca una interrupción de línea o un cortocircuito.

Suministro de alimentación del centro de alarma de incendios

Existirán al menos dos fuentes de alimentación independientes:

- 230 VCA obtenidos de los equipos de baja tensión.
- Una o más baterías (generalmente 24 VCC) con cargador de baterías.

Cada una de ellas debe tener la capacidad de suministrar la alimentación necesaria cuando el sistema se encuentre en estado de alarma durante 30 minutos.

Conexión con otros sistemas

Los contactos sin potencial disponibles se instalan de manera que se abran cuando se produzca una alarma de incendios o un fallo (normalmente cerrados). Los contactos pueden emplearse para transferir señales de alarma y fallo al sistema de control de la central.

Detección de incendios - edificio de tratamiento de combustible

El edificio de tratamiento de combustible incluye la instalación de detectores de llamas.

El sistema de detección de incendios incluye los siguientes componentes principales:

- Juego de detectores de incendios conectados al centro de alarma de incendios
- Juego de puntos de aviso manuales conectados al centro de alarma de incendios
- Juego de dispositivos de señalización de alarmas conectados al centro de alarma de incendios
- Juego de cables

Detección de incendios - sala de motores

La sala de motores incluye la instalación de detectores de llamas.

El sistema de detección de incendios se compone de los siguientes equipos principales:

- Juego de detectores de incendios conectados al centro de alarma de incendios
- Juego de puntos de aviso manuales conectados al centro de alarma de incendios
- Juego de dispositivos de señalización de alarmas conectados al centro de alarma de incendios
- Juego de cables

Detección de incendios, edificio de administración- otras áreas de la central eléctrica

Los detectores de humo ópticos se instalan en el edificio de oficinas y detectan partículas visibles de humo, basándose en su reflectancia luminosa o en la absorción luminosa. El sistema de detección de incendios incluye los siguientes equipos principales:

- Conjunto de detectores de incendios conectados al centro de alarma de incendios

- Conjunto de puntos de activación manual conectados al centro de alarma de incendios
- Conjunto de dispositivos de señalización de alarma conectados al centro de alarma de incendios
- Conjunto de cables

Detección de incendios, taller y almacén - otras áreas de la central eléctrica

Los detectores térmicos se instalan en el taller y los detectores de humo ópticos fijos se instalan en el almacén. Los detectores de humo ópticos detectan partículas visibles de humo, basándose en su reflectancia luminosa o en la absorción luminosa. Los detectores térmicos son inmunes a los gases de escape y al humo de soldadura y, en consecuencia, se utilizan en el taller. El sistema de detección de incendios incluye los siguientes equipos:

- Conjunto de detectores de incendios conectados al centro de alarma de incendios
- Conjunto de puntos de activación manual conectados al centro de alarma de incendios
- Conjunto de dispositivos de señalización de alarma conectados al centro de alarma de incendios
- Conjunto de cables

Iluminación y electrificación de edificios

La alimentación eléctrica para la iluminación interior y exterior y tomas de corriente pequeñas procede de un cuadro de distribución conectado al equipo de conmutación de baja tensión de la subestación.

Todos los accesorios de iluminación y tomas de corriente son de uso industrial.

Los cables se tienden en bandejas de cables o en conductos. Las bandejas de cables se fabrican de acero o galvanizado en caliente o de aluminio. Las bandejas en el interior del edificio son de tipo escalera sin tapas, aunque las bandejas exteriores están cubiertas.

Todas las tomas de corriente en pared y canales de cables en las paredes se instalan en la superficie. Los conductos se fabrican de acero rígido galvanizado, aluminio o PVC. Los conductos para los cables bajo tierra se fabrican de tubos de plástico. Las conexiones entre los tubos de plástico tienen un sellado estanco.

Los accesorios de iluminación de emergencia se dividen en luces de señales y de seguridad.

Las luces de señales se instalan por encima de las puertas de salida y a lo largo de rutas de escape para asegurar una salida segura.

Las luces de seguridad están instaladas en las salas donde resultan necesarias durante una situación de emergencia. Los accesorios de iluminación de emergencia se suministran con batería y cargador integrados. Los cargadores se suministran desde la placa de distribución de iluminación.

Edificios donde se instalará la Iluminación y electrificación

- sala de motores
- caseta de tratamiento de combustible
- edificio de administración
- taller y almacén
- edificios de equipos eléctricos
- área del transformador auxiliar de la estación

Niveles de iluminación (iluminancia mantenida Em):

Área		Nivel de iluminación
Sala de motores	300	lux
Sala de control	500	lux
Oficina	500	lux
Sala de equipos de conmutación	200	lux
Taller	300	lux
Almacén	200	lux
Sala de tratamiento de combustible	300	lux
Exterior	20	lux
Otras salas	200	lux

Protección contra rayos

El sistema de protección contra rayos se ha diseñado para reducir el riesgo de daños al edificio y las estructuras en caso de impactos de rayos.

El sistema de protección contra rayos proporciona una ruta de baja impedancia hasta tierra para la corriente de los rayos. El sistema de protección contra rayos para edificios se compone de un circuito en la cubierta fabricado de cables de acero, caminos de interceptación y abrazaderas. El circuito en la cubierta se conecta con la red de conexión a tierra mediante cables de cobre. Los haces de tubos están protegidos por una varilla de interceptación instalada en la parte superior de los haces de tubos y, a continuación, se conectan mediante conductores descendentes con la red de conexión a tierra o las varillas

de conexión a tierra. Los depósitos están protegidos por la conexión directa a la red de conexión a tierra.

Puesta en servicio

Una vez que se armen e instalen los veintidos motogeneradores, así como su conexión con la infraestructura eléctrica y con el suministro de combustible, se realizarán pruebas de funcionamiento de cada uno de los componentes, para verificarlos, ajustarlos y calibrarlos. Asimismo, se debe asegurar que funcionen adecuadamente el encendido, arranque, alimentación de gas natural y diésel para la generación, transformación y transmisión de la electricidad.

El propósito de la puesta en servicio consiste en realizar las actividades necesarias a fin de lograr, validar y documentar que la planta/instalación y sus sistemas están diseñados, instalados, probados y con capacidad para que puedan utilizarse y mantenerse para que funcionen de conformidad con los requisitos de diseño y contrato del proyecto.

La puesta en servicio se divide en:

1. Garantía de calidad de la instalación (previa a la puesta en servicio)
2. Prueba funcional
3. Prueba de rendimiento

Garantía de calidad de la instalación (previa a la puesta en servicio)

La garantía de calidad de la instalación (antes de la puesta en servicio) se realiza para asegurar que la planta está preparada para el arranque y pruebas funcionales. Los sistemas y equipos se prueban sin alimentación y sin ningún medio conectado a dichos sistemas. Este paso se realiza cuando la planta se completa mecánicamente.

Durante la garantía de calidad de la instalación, la prueba e inspecciones de la instalación de los sistemas mecánicos y eléctricos se realizan de acuerdo con el contrato y plan de calidad de la obra.

Algunos ejemplos de inspecciones y pruebas son:

- Pruebas de presión de tuberías
- Pruebas de resistencia del aislamiento de los cables
- Comprobaciones de bucles de cables
- Inspecciones de unidades

Los entregables de la garantía de calidad de la instalación incluyen todos los documentos relacionados con la calidad de la instalación en virtud de los requisitos del contrato.

Prueba funcional

Durante la prueba funcional, se alimentan sistemas eléctricos y de control, los sistemas de proceso se rellenan con medios de operación y se realizan pruebas auxiliares y específicas de los motores según los requisitos del contrato. Las pruebas funcionales sirven para

asegurar que un componente de equipos eléctricos y mecánicos o del sistema de control funcione según el diseño.

Las actividades durante la prueba funcional se describen en el plan de calidad de la obra y en la documentación de garantía de calidad de la obra, e incluyen:

- Alimentación de sistemas eléctricos
- Arranque de sistemas auxiliares
- Pruebas sin carga de equipos
- Pruebas con carga de equipos

Los entregables de la prueba funcional son documentos relacionados con la calidad, de conformidad con los requisitos del contrato. Se enviará al Cliente una notificación del inicio de la prueba de rendimiento.

Pruebas de rendimiento

Las pruebas de rendimiento se realizan de acuerdo con los procedimientos de prueba descritos en el contrato para demostrar y verificar la conformidad con las garantías de rendimiento del contrato.

Los entregables de la prueba de rendimiento son documentos relacionados con la calidad de conformidad con los requisitos del sistema. Los documentos de entrega se preparan de conformidad con los requisitos del contrato.

- Medición de emisiones de la chimenea

Se contratará un consultor de medición independiente acreditado para que realice las mediciones de emisiones de gases de escape y emita un informe. Las mediciones de emisiones se realizarán con el motor a plena carga (100%).

- Ruido

ISO 1996 Acústica: Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental, partes 1-2. Las mediciones de ruido se realizan en 8 puntos alrededor del emplazamiento de la central.

- Gestión de la puesta en servicio

La gestión de la puesta en servicio hace referencia a la planificación, dirección y gestión de todas las actividades relacionadas con el trabajo de puesta en servicio, para sistemas y soluciones suministrados por proveedor de los motores, que son necesarias para realizar la puesta en servicio dentro del programa de tiempos establecido y de acuerdo con los requisitos de calidad y seguridad del proyecto.

- Planificación de la puesta en servicio

La planificación general de los trabajos de puesta en servicio comienza en las primeras etapas del proyecto. El plan de puesta en servicio se basa en los requisitos del proyecto.

- Capacitación

Programa de capacitación para el personal de Comisión Federal de Electricidad que operará la Central.

- Cursos de capacitación en el sitio
 - Introducción de la central eléctrica en el sitio
 - Curso de operación y mantenimiento de centrales eléctricas. El propósito de la capacitación es presentar al personal de operación y mantenimiento de la planta las rutinas de operación diaria y darles instrucciones básicas para las medidas de mantenimiento preventivo. El programa de este curso es el siguiente:
 - Distribución General para la planta
 - Rutinas de operación de la planta
 - Diseño y función del motor
 - Función de los sistemas de motor incorporados
 - Calidad y tratamiento del combustible
 - Requisitos y análisis de la calidad del aceite lubricante
 - Requisitos y análisis de la calidad del agua
 - Programa de mantenimiento del motor
 - Arranque, parada y funcionamiento del motor
 - Cuidado del motor
 - Evaluación de los datos de funcionamiento del motor
 - Verificación del estado del motor
 - Lectura de diagramas de flujo
 - Instrucciones de funcionamiento de los sistemas auxiliares
 - Equipo de inyección de combustible, funcionamiento y revisión
 - Operaciones de mantenimiento, formación práctica
 - Instrucciones para el funcionamiento de la planta
 - Familiarizarse con el sistema auxiliar
 - Creación de un plan de capacitación del personal
 - Curso de formación de electrificación de la central eléctrica en el sitio. El propósito del curso de capacitación es presentar al personal de operación y mantenimiento de la planta los principios de trabajo y la función operativa de cada sistema eléctrico en la planta de energía. Programa del curso de capacitación es:

- Electrificación
- Modos y principios de operación
- Sistema de control y monitoreo
- Alternadores y reguladores de voltaje automáticos (AVR)
- Sistema de Excitación
- Relé de protección
- Programa estaciones de operador
- Sistemas de baja tensión / media tensión
- Paneles de control local
- Sistema de control del motor
- Sistemas de corriente continua
- Sistema de protección y alarma del motor

2.17. Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del Suelo

El trabajo para levantar la información en campo se realizó en tres visitas a las áreas del Proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial.

Durante la primera visita al área de la obra en estudio, se realizaron recorridos de reconocimiento donde se levantó la información de los diferentes usos de suelo y los tipos de vegetación presentes (estudio prospectivo) que actualmente registran las áreas que ocupará el proyecto, de igual manera se delimitó en cartografía y se ratificó en campo las unidades ambientales del área de estudio. El proyecto se ubicará al sureste de la cabecera municipal de San Luis Río Colorado, se encuentra a un lado de la carretera Libramiento Golfo de Santa Clara – Ejido la Islita, la principal vía de comunicación para tener acceso al predio, a 4.5 km de la carretera federal México 2, y debido a la existencia de la citada carretera, no será necesaria la apertura de nuevos caminos de acceso.

Durante la segunda a la tercera visita (que consistió de 2 días) se realizaron las mediciones de los arbustos y herbáceas que se verán afectados con la construcción del proyecto en las áreas con vegetación forestal (con apoyo de 1 brigada de 6 personas); las mediciones se llevaron a cabo en arbustos con diámetros mayores o iguales a 5 cm, se tomó lecturas por individuo y por especie, como diámetro normal (DAP a 1.30 m de suelo) con apoyo de forcípulas y la altura total de cada individuo con ayuda de clinómetros - Sunnto; a la vegetación arbustiva, y renuevos con diámetros menores de 5 cm (DAP) se tomó su altura total y diámetro de copa o ancho de copa. Cabe señalar que para el cálculo de volumen V.T.A. se tomaron los diámetros y alturas en clases diamétricas y clase de altura respectivamente.

2.17.1.1. Sistema de muestreo.

Los inventarios forestales suelen considerarse como sinónimos de estimaciones de la cantidad y calidad de la madera de un bosque, aunque también es conveniente pensar en

otros factores, ya que cualquier estimación de las cantidades de madera de un bosque tiene poco significado si no se considera en relación con la zona donde los árboles se encuentran. Un bosque no es simplemente una acumulación de madera, sino una asociación de organismos vivos que puede y debe tratarse como una riqueza renovable. El inventario forestal consta de un estudio del sector forestal y la ejecución de muestreos en campo para la medición de variables cuantitativas y cualitativas para conocer información dasométrica de los sitios de muestreo establecidos en las zonas con distintos tipos de vegetación (Romahn y Ramírez, 2010).

El muestreo es la herramienta que consiste en utilizar sitios denominados unidades de muestreo, éstas deben ser representativas de la población objeto de estudio sobre la cual se realiza la toma de datos necesaria para dar respuesta a los objetivos planeados. El número y la distribución de estas unidades está en función de la precisión requerida, el tiempo disponible y la heterogeneidad u homogeneidad de las comunidades a estudiarse (Carrillo, 2008).

El inventario forestal es un procedimiento mediante el cual, se obtiene información de campo útil para la toma de decisiones, sobre la cuantificación de los recursos forestales. Dicha información es básica para la estimación de las existencias maderables.

Los inventarios forestales, pueden ser: inventarios al cien por ciento (censos) o por muestreo. Pero en general, los bosques presentan un problema de magnitud que condiciona y limita el proceso del inventario. Por ello, generalmente se trabaja solo con una pequeña parte de la población y luego, los datos obtenidos se generalizan al bosque en su conjunto. El inventario por muestreo permite obtener información correcta, precisa y a bajo costo de los parámetros de interés como las existencias volumétricas y otros aspectos del bosque. La muestra en los inventarios forestales es una superficie, la cual debe ser representativa de la población, para posteriormente hacer inferencias correctas de parámetros de la misma población.

Es necesario considerar que el cálculo de las estimaciones de las materias primas forestales se realizará sobre las áreas o superficies del predio en estudio. Sobre esta base, dependiendo de esta superficie el responsable técnico de elaborar el inventario, deberá considerar si realizará un censo o muestreo, ya que la superficie es la que representa directamente el volumen de trabajo y la factibilidad de realizar uno u otro.

El censo es el reconocimiento o registro de la variable objeto de estudio, de todos los elementos de una población estadística, y en nuestro caso equivaldría a evaluar a todos los individuos o plantas que proporcionan las materias primas forestales. El muestreo en cambio es el reconocimiento de una parte representativa de la población, y sobre la información que se obtiene de la muestra se infiere el de toda la población estadística. Como se puede suponer, realizamos muestreo cuando por el volumen de trabajo y los recursos disponibles (tiempo, equipo, recursos humanos, presupuesto) imposibilita realizar el censo.

El número de unidades de muestreo fueron 4 sitios de muestreo de 1,000.0 m² circulares, en el área en estudio.

Para el registro de información levantada se utilizaron formatos elaborados para este proyecto, formatos que contienen información necesaria para fines de este documento, donde solo se tomó datos de diámetro y altura de los individuos presentes donde se levantaron los sitios de muestreo, así como el porcentaje de cubierta de sotobosque, otros datos del medio ambiente se tomaron en forma general de acuerdo a la experiencia del equipo que participó, complementando posteriormente en gabinete con material bibliográfico y bancos de información científica consultadas en forma electrónica.

Delimitación del área muestreada

Con la finalidad de disminuir la variación entre las unidades de muestreo se formaron rodales, es decir, se subdividió la población creando grupos de las unidades de muestreo con condiciones similares, el principal criterio considerado para la creación de los rodales fue el tipo de vegetación.

La creación de los estratos se realizó, agrupando los rodales con el mismo tipo de vegetación, sin embargo, algunos de ellos se les adiciono información con el propósito de determinar algunas características relevantes como por ejemplo la cobertura de copas de los árboles. Para la clasificación de la estructura del tipo de vegetación se evaluó la cobertura en base a los siguientes conceptos. Para recabar la información requerida para realizar el cálculo de las existencias maderables en la zona de estudio, las unidades de muestreo se ubicaron únicamente donde se encontraron áreas con uso de suelo forestal, igualmente se debieron localizar dentro del área solicitada.

Primeramente, con el archivo (tipo .shp) de la malla de muestreo que contiene las coordenadas geográficas (en grados, minutos y segundos), información cartográfica digital como lo es la carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie VI escala 1:250,000, la información topográfica a escalas 1:250,000 y/o escala 1:50,000 y la utilización del software adecuado, se realizó la planeación de gabinete de la estrategia del trabajo de campo como, para poder tomar decisiones en el número de brigadas a instalar por zonas de trabajo de acuerdo a las condiciones del tipo de vegetación, características del terreno, vías de comunicación y localidades con servicios en la región a trabajar, entre otras características.

La primera actividad en el levantamiento de los datos de campo consistió en determinar la ubicación geográfica de cada conglomerado de tal forma que se pueda regresar a éste en ocasiones subsecuentes y además que sea ubicado fácilmente por las cuadrillas de supervisión. La determinación de esta ubicación geográfica fue por medio de un punto de control marcado en el terreno (no en el suelo, más bien en algún objeto visible fácilmente identificable a simple vista) con la leyenda "SF1...SF4" y el número de conglomerado que le corresponda antes de llegar a la ubicación precisa del conglomerado y registrarlo en el apartado del informe correspondiente.

El punto de control está ubicado en lugares fácilmente identificables tanto en el campo como en fotografías aéreas o mapas tales como cruces de caminos, confluencia de arroyos o ríos, un claro en el bosque o un estanque de agua. Se ubicó en condiciones de baja densidad del arbolado en donde las condiciones topográficas no interfieran con la señal de los GPS,

a efecto de tomar con la mayor exactitud las lecturas de longitud y latitud del lugar seleccionado.

Fue necesario anotar siempre, además de las coordenadas del punto de control en el apartado del informe que corresponde, tantos puntos de referencia con sus coordenadas como sea necesario, conforme se avancen en la trayectoria al conglomerado, pues es necesario que el conglomerado sea rápidamente localizado físicamente en visitas posteriores necesarias por el equipo de supervisión interno.

Como recomendación, tanto la brigada como el jefe de brigada fue asegurarse que el equipo GPS utilizado esté correctamente configurado a datum WGS84 y al momento de registrar las coordenadas el grado de precisión del equipo sea conforme lo especificado en el manual,

Diseño o Esquema de muestreo

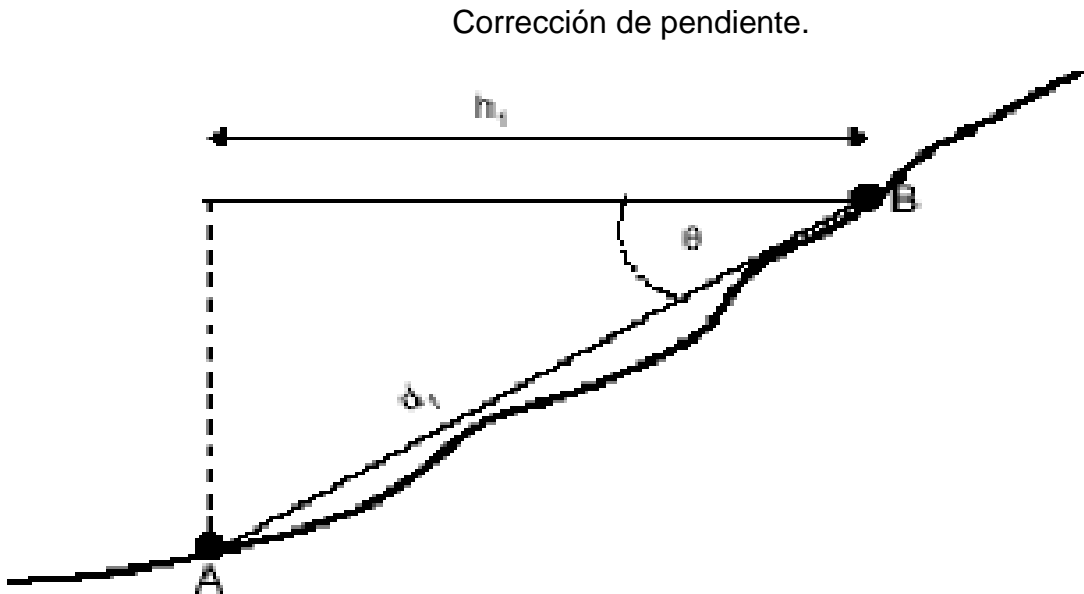
Un diseño de muestreo es un término que se utiliza para designar a la forma como se distribuye la muestra en una población estadística para obtener los estimadores con la confiabilidad y precisión deseada al menor costo posible. El diseño de muestreo determina el cálculo de los estimadores y el cálculo del tamaño de muestra óptimo a una confiabilidad y precisión determinadas.

La mayor probabilidad de obtener una muestra representativa es que se obtenga de manera aleatoria (sin sesgo personal), y que sea de un tamaño (número de elementos de la muestra) que asegure obtener estimadores con la precisión y confiabilidad adecuada. Para el caso de la estimación de la cantidad de materias primas forestales, se utiliza el estimador de la media por unidad de muestreo a una precisión del 5% y confiabilidad del 95%, que obtenida por sitio se extrapola a la media por hectárea. En el sitio de muestreo primero se realiza un reconocimiento sobre los estratos presentes y las especies que forman cada uno de ellos, con la finalidad de caracterizar la vegetación presente en el área.

Una vez que se registra correctamente la información correspondiente al punto de control y siguiendo con el trayecto hacia el conglomerado con la carta topográfica a escala 1:50,000 y el equipo GPS en las manos se llega hasta las coordenadas precisas del conglomerado a localizar. Al ubicar el par de coordenadas del conglomerado en el terreno, se toma la fotografía al equipo GPS en la que aparezca claramente la carátula de este con los datos de ubicación y la condición de la vegetación de fondo. En ese mismo instante se colocó y se remarcó cinta amarilla de plástico en el centro del sitio para iniciar con el registro de la información en el informe correspondiente al tipo de vegetación a trabajarse.

Para este tipo de vegetación y/o comunidad vegetal del predio en estudio se realizó un muestreo de vegetación, en el caso del área con masa forestal se empleó un transecto de medición, a partir del límite de la frontera agrícola y/o pecuario con la forestal, realizando el levantamiento de sitios circulares de 1,000 m², cabe señalar que en la superficie que comprenden áreas con vegetación donde se realizó el levantamiento de información forestal se registró la cobertura de copa por individuo, así como su diámetro (DAP) y su altura total.

Durante estas visitas se localizaron el límite del predio con vegetación forestal donde estará el proyecto motivo de este estudio.



Nota: La distancia entre dos puntos, medida a lo largo de una pendiente (d_1) siempre es mayor que una distancia horizontal equivalente (h_1). En terreno inclinado, la distancia horizontal debe multiplicarse por un factor que corresponde a la inclinación a fin de obtener la distancia correcta. Θ es el ángulo entre la horizontal y la recta A-B; $d_1 = h_1/\text{coseno}(\Theta)$.

Diseño y forma de los sitios de muestreo.

Los sitios de muestreo pueden tener la forma que más convenga a las posibilidades y tiempo disponibles, de tal manera que podemos tener sitios cuadrados, rectangulares, circulares, triangulares, romboidales, irregulares, etcétera, aunque las tres formas geométricas que más se han utilizado en inventarios forestales son: cuadradas, circulares y rectangulares, pues resultaría muy laboriosa la delimitación en el terreno de cualquier otra forma diferente a las antes citadas; representaría la utilización de más tiempo y costo, principalmente (Romahn y Ramírez, 2010).

El tipo muestreo realizado fue selectivo-estratificado (sitios de dimensiones fijas circulares), se identificó el tipo de vegetación presente, una vez teniendo esto, se procedió a la determinación de la intensidad de muestreo, tamaño de muestra y el error de muestreo establecido en base al grado de confiabilidad determinado. Para la metodología selección de sitios una vez conociendo los parámetros anteriores se procedió a distribuir los sitios de

muestreo forestal considerando la distribución espacial del ecosistema y las exposiciones o rodales predominantes y así se seleccionaron las exposiciones más representativas del ecosistema las cuales fueron seleccionadas y georreferenciadas en gabinete para posteriormente con este dato ir a capo y realizar cada sitio seleccionado en gabinete. En la superficie forestal se levantó información dasométrica para el tipo de vegetación y/o comunidad vegetal presente en el área del proyecto, tomando como referencia la franja del ancho y largo del predio en estudio; así pues, se tiene que en áreas que sustentan vegetación forestal, se levantaron sitios circulares de 17.84 m de radio (1,000 m²) y se realizó un conteo directo de los individuos presentes dentro de los sitios de muestreo seleccionados.

Para el registro de información levantada se utilizaron formatos elaborados para éste proyecto, formatos que contienen información necesaria para fines de este documento, donde solo se tomó datos de diámetro y altura de los individuos presentes donde se levantaron los sitios de muestreo, así como el porcentaje de cubierta de sotobosque, otros datos del medio ambiente se tomaron en forma general de acuerdo a la experiencia del equipo que participó, complementando posteriormente en gabinete con material bibliográfico y bancos de información científica consultadas en forma electrónica.

El procedimiento empleado para la colecta de la información forestal en campo fue de la siguiente manera; se identificó el centro del sitio seleccionado, el cual fue georreferenciado y se señaló y se marcó con una banderilla de color amarilla, una vez definido el centro del sitio se midió la pendiente en grados de inclinación del terreno para compensarlo, se dividió el círculo en cuatro parcelas (1, 2, 3 y 4), repartidas en los cuatro vértices geográficos (Norte, Este, Sur y Oeste), dichas parcelas fueron delimitadas del centro hacia las orillas y las orillas de la circunferencia marcando los arbustos que entrarían, una vez delimitado el sitio y las cuatro parcelas se prosiguió a la medición del arbolado, iniciando del norte en dirección a las manecillas del reloj, cuantificando cada especie de árboles y arbustos y tomando su lectura real en cm. de su diámetro a la altura de pecho y la altura en metros de cada uno de estos, dicha información fue agrupada en cada una de las cuatro parcelas de cada sitio. (Figura 2.17).

El estrato herbáceo fue analizado para conocer su abundancia, parámetros estructurales y valor de importancia biológica. Para lo anterior se establecieron cuadrantes de 1 m X 1 m (1 m², c/u). Brower & Zar (1984) consideran que sitios rectangulares proporcionan buena información de la vegetación herbácea y los cuadrantes de al menos 1 m², son apropiados. Para el análisis del estrato herbáceo, considerando el tamaño y abundancia de las hierbas, Brower & Zar recomiendan cuadrantes de 1 m², lo que puede dar confiabilidad para incluir especies representativas de un área dada. Dentro de cada sitio de 1,000.0 m² del muestreo del estrato arbustivo se estableció uno para las herbáceas, dicho sitio fue ubicado 5 m al norte del centro de cada sitio del estrato arbustivo. (Figura 2.18).

Una vez ubicado y marcado el sitio, se midió y anotaron en los formatos diseñados para este tipo de vegetación, los datos requeridos. Dado que la vegetación evaluada en este sitio es frágil y puede verse afectada por el pisoteo al estar levantando los datos del apartado

correspondiente, se recomienda que los datos de estos sitios sean los tomados en primer lugar y con el debido cuidado de no remover o alterar la superficie evaluada para evitar grandes diferencias en los datos registrados por el equipo de supervisión.

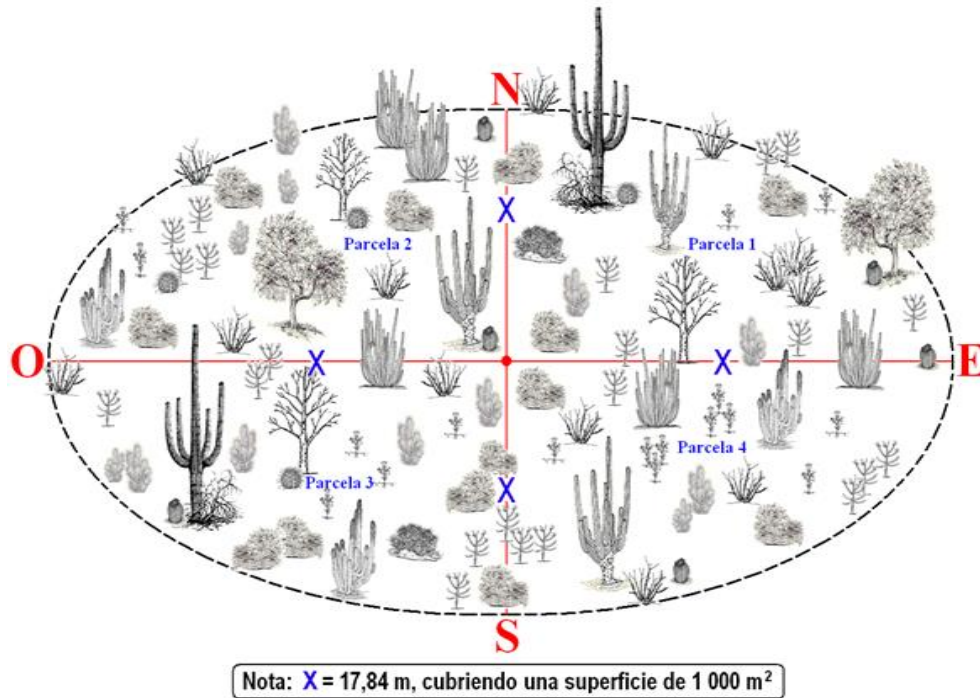


Figura 2.1.17 Esquema específico del muestreo forestal (arbustivo)

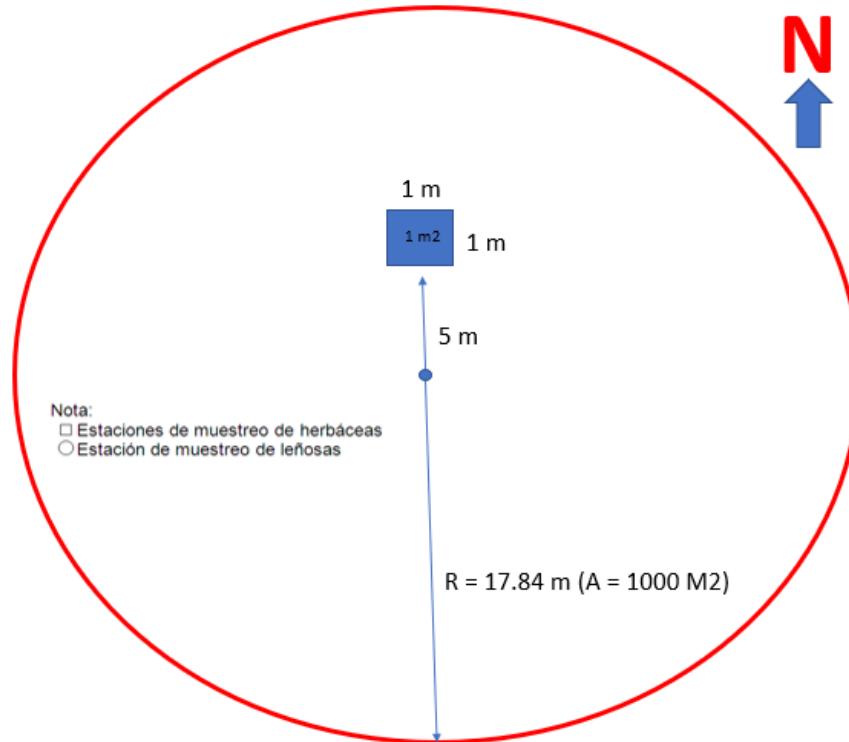


Figura 2.1.18 Esquema específico del muestreo herbáceo

Datos del Arbustos. Información dasométrica para la caracterización del arbolado como género, especie, condición (árbol vivo, muerto en pie o tocón), altura total. También se registra el vigor, daño, usos y mercado principal por individuo reportado. Para que una especie sea considerada como parte del arbolado, además de estar incluida en la parcela de 1,000 m² debe tener un DAP igual o mayor a 5.0 cm.

Para el registro de la información correspondiente a datos de arbustos se consideró algunos aspectos antes de iniciar con el levantamiento de la información solicitada. Para este fin se debe levantar la información de acuerdo con los pasos siguientes:

- a) Ubicación y marcado físico del centro de la parcela de 1,000 m².
- b) Para la delimitación del límite para el sitio, considero los transectos antes trazados, tomando como límite de la parcela, de la misma manera se procede con el marcaje a los lados este, sur y oeste para la remarcación de la parcela.
- c) Posteriormente con la ayuda del clinómetro se procedió a estimar el porcentaje de pendiente por cuadrante delimitado para iniciar el conteo de los arbustos apoyándose con las cuerdas compensadas.

d) Con el apoyo de la cuerda compensada se inicia el conteo de los árboles incluidos en el área de los 1,000 m² y con DAP igual o mayor a 5.0 cm. El conteo y numeración de los árboles se inicia del centro del sitio hacia fuera (orientación norte franco) y con sentido de las manecillas del reloj. De esta manera, por árbol numerado, se procede a registrar los datos dasométricos solicitados en el formato de inventario y datos del arbolado del informe; por cada individuo se determina el género, especie, nombre común, condición, diámetro normal, diámetro de copa, altura total, daño, usos, en caso de registrarse un uso de la especie.

2.17.1.2. Tamaño de la muestra.

De la superficie total forestal de los predios en estudio que requiere autorización de cambio de uso de suelo en terreno forestal, en el municipio de San Luis Río Colorado en el estado de Sonora en referencia que es de 9.0 ha, cabe señalar que de la superficie total forestal antes señalada de la vegetación de desiertos arenosos. La distribución del muestreo por tipo de vegetación y/o comunidad se realizó de la siguiente manera:

El tamaño de muestra se refiere al área total por inventariar, expresando en número de sitios de muestro de un tamaño definido. Una vez establecida las intensidades de muestreo, se realiza el cálculo del tamaño de la muestra tal y como se aprecia en la siguiente ecuación:

$$n = \left(\frac{IM}{100} \right) * N$$

Donde:

n = Superficie a muestrear (ha)

IM = Intensidad de muestreo (%)

N = Superficie total (ha)

n = (4.4)* 9.00

100

n = 0.396 ha (vegetación de desiertos arenosos)

Número de Sitios

En las áreas con vegetación forestal, el total de sitios requeridos para recabar la información de campo se obtuvo utilizando la siguiente expresión:

$$NS = \left(\frac{n * 10000}{Ts} \right)$$

Donde:

NS = Número de sitios

n = Superficie a muestrear (ha)

Ts = Tamaño de la unidad de muestreo (m²)

NS = (0.4 * 10,000)

1000

NS = 4.0 sitios totales de vegetación de desiertos arenosos

Para el caso de las áreas forestales del predio en estudio, en el municipio de San Luis Río Colorado en el estado de Sonora, el número de sitios analizados fueron los siguientes, para:

- Vegetación de desiertos arenosos de las 9.00 hectáreas se levantó la información en 4 (cuatro) sitios circulares de 1,000 m² lo que representa un total de 00-40-00 hectáreas.

A continuación se muestran algunas fotografías (figuras 2.19, 2.20, 2.21 y 2.22) de los cuatro sitios que se utilizaron para muestreo de vegetación, dentro del predio donde se pretende desarrollar el proyecto CCI Parque Industrial.



Figura 2.1.19. Sitio 1 de muestreo del predio del proyecto



Figura 2.1.20. Sitio 2 de muestreo del predio del proyecto



Figura 2.1.21. Sitio 3 de muestreo del predio del proyecto



Figura 2.1.22. Sitio 4 de muestreo del predio del proyecto

Análisis del cálculo tamaño de muestra.

Los factores que determinan y calcular el tamaño de muestra son la varianza de la variable en estudio, precisión y confiabilidad. El primer factor es inherente a la población estadística en estudio, los dos últimos se prefijan de acuerdo con los objetivos del muestreo. De la fórmula de error de muestreo se desprende que el tamaño de la muestra está en función de la variabilidad del bosque (coeficiente de variación %) y del error de muestreo requerido.

Para el caso de poblaciones finitas (N= tamaño de población conocido), la fórmula para estimar el tamaño de muestra se deriva de la ecuación para calcular el error de muestreo de la media en poblaciones finitas.

Aprovechando las ventajas de la información obtenida de los rodales y estratos, el tamaño de muestra se determinó para un inventario estratificado. Así mismo, el tamaño de muestra se calculó en función del error de muestreo máximo requerido, conforme a la normatividad forestal, no mayor del 10 %.

El tamaño de muestra se refiere al área total por inventariar, expresando en número de sitios de muestro de un tamaño definido. De la fórmula de error de muestreo se desprende que el tamaño de la muestra está en función de la variabilidad del bosque (coeficiente de variación %) y del error de muestreo requerido.

Para la estimación del tamaño de muestra se utilizó la metodología propuesta por Ortiz y Carrera (2002), desarrollada para inventarios que presenta varios tipos de vegetación, la fórmula empleada para el tamaño de muestra es la siguiente:

$$n = \frac{(t_{\alpha-1gl})^2 * (PSE)^2}{\frac{(E\%)^2 + (t_{\alpha-1gl})^2 * (PSE)^2}{N}}$$

Dónde:

n = Tamaño de muestra (Número de sitios)

$t_{\alpha-1gl}$ = Valor de t-Student definido a una significativa alpha y con n-1 grados de libertad.

PSE= Desviación estándar ponderada tomando como referencia la superficie estrato.

E% = Error de muestreo en porcentaje máximo requerido a un nivel de confiabilidad establecido.

N = número de parcelas que puede contener el bosque.

Los parámetros del valor de t-Student y error de muestreo se establecieron con base a lo especificado en la NOM-152-SEMARNAT-2006 (**Tabla 2.7**), que indica que los trabajos de inventario se deben de desarrollar con un error de muestreo del 10 % y una confiabilidad de 95 %.

Tabla 2.6 Tamaño de muestra estratificado.

Análisis Estadísticos	VDA	Total general
<i>Superficie</i>	9	9.0000
<i>Proporción (Pi)</i>	1.0000	1.0000
<i>Suma AB m²(Σ)</i>	1.4796	1.4796
<i>Media AB m²(Σ)</i>	0.3699	0.1233
<i>Desviación estándar AB m²(σ)</i>	0.0929	0.0929
<i>Desviación estándar Común AB m²(σ*Pi)</i>	0.0929	0.0929
<i>Error estándar</i>		0.5650
<i>Media común (Σ*Pi)</i>	0.3699	0.3699
<i>Desviación estándar ponderada (PSE)</i>		25.1014
<i>Número de sitios posibles dentro del área de estudio (N)</i>		900.0
<i>Valor de t de student (t-α)</i>		12.7062
<i>Error de muestreo (E%)</i>		4.0000
Número total de sitios de muestreo estimados	3.9975	3.9975
Número total de sitios de muestreo realizados	4.0000	4.0000

Hoja de cálculo desviación estándar

<http://www.alcula.com/es/calculadoras/estadistica/desviacion-estandar/>.

El tamaño de muestra requerido para el área del proyecto es de 3.9975 sitios de muestreo distribuidos en los distintos estratos. En total se obtuvieron 4 sitios de muestreo, número mayor a lo estimado, esto indica que el inventario tiene la capacidad de caracterizar los diferentes tipos de vegetación dentro del polígono del cambio de uso del suelo.

2.17.1.3. Intensidad de muestreo

Normalmente, en inventarios forestales se han utilizado intensidades de muestreo del orden de 1 %, 0.5 % y 0.1 %, dependiendo de varios factores; superficie por inventariar, factores económicos, precisión requerida, etcétera. La intensidad varía según la precisión con que se deseen medir las características del bosque (Romahn y Ramírez, 2010).

De acuerdo con estudios anteriores, de esta índole (CUSTF), las intensidades de muestreo de acuerdo con experiencias (así como prácticas y representativas, para este tipo de estudios), son aceptables intensidades que van del 1 al 10 %, siendo las más notables en el rango del 1-4 %.

La intensidad de muestreo, en la mayoría de los casos, está en función de los siguientes aspectos (Carrillo, 2008):

- La variabilidad de la población
- La precisión de la información
- Del error de muestreo que se piensa tolerar
- Del grado de confiabilidad de la estimación y
- De los recursos disponibles.

Para determinar el tamaño de la muestra de nuestra población (entiéndase el bosque, selva o matorral), un aspecto importante es la definición de la intensidad de muestreo, que es la relación porcentual de la superficie de la muestra con respecto a la superficie total. La relación porcentual entre el tamaño del área muestreada y el área de la población arroja una intensidad de muestreo (%), la cual está definida por la siguiente fórmula:

$$F = (n / N) * 100$$

Donde:

F = Intensidad de muestreo en porcentaje

n = Número de unidades de la muestra

N = Número de unidades de toda la población

La intensidad de muestreo para este proyecto en estudio se realizó tomando como referencia la superficie total del tipo de vegetación y/o comunidad vegetal y la superficie donde se levantó la muestra para el proyecto, siendo de la siguiente manera (tabla 2.8):

Tabla 2.7 Superficie total del tipo de vegetación

TIPO DE VEGETACIÓN Y/O COMUNIDAD VEGETAL	2 SUPERFICIE TOTAL (ha)	NUMERO DE SITIO	2.1.2 SUPERFICIE MUESTREADA	INTENSIDAD DE MUESTREO
Vegetación de desiertos arenosos (VDA)	9.00	4	00-40-00 ha	4.44 %

2.17.1.4. Información recabada en campo.

Para obtener los datos se realiza una estratificación de la vegetación, para ello, se considerará a un individuo como parte del estrato arbóreo solo si su diámetro normal era igual o mayor a 5.0 cm, mientras que, para considerar a un individuo dentro del estrato arbustivo, este debe de tener un diámetro normal menor a los 5.0 cm. El tipo de vegetación del área de estudio se determina mediante un listado y un catálogo fotográfico con las especies registradas, dicho catálogo indicó el nombre científico de las especies, nombre común, familia, distribución, hábitat, usos, forma de crecimiento, tipo de vegetación y si alguna planta se encontraba catalogada bajo una categoría especial dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Variables cuantitativas (vegetación de desiertos arenosos):

Sitio de 1,000 m² (circular).

La información que se obtuvo para cada arbusto en los sitios (unidades de registro) y parcelas de 1,000 m², es la siguiente:

- Árbol No.
- Clave de la especie
- Especie (unidad taxonómica)
- Nombre común
- Condición (árbol vivo, muerto o tocón)
- Diámetro normal
- Altura total
- Daño (por agente causante)

Sitio de 1 m².

En este sitio se tomó información de hierbas, pastos y líquenes, los datos que se recabados se refieren a:

- Porcentaje de cobertura en el área de 1 m² por los individuos arriba señalados por grupo de hierbas, pastos, líquenes u otro que se considere importante y representativo por su cobertura en el sitio.
- Cobertura expresada en porcentaje de los elementos que cubren la superficie del suelo en el sitio, como son: rocas, gravas, hojarasca, etc.

Variables cualitativas:

Para la toma de la información de las variables cualitativas, se utilizó un sólo cuestionario para cada unidad de muestreo primario o conglomerado, tratando de cubrir los aspectos generales de la vegetación de la zona y de la región caracterizada.

Las variables consideradas fueron las siguientes:

• Caracterización del medio natural

- Altura sobre el nivel del mar
- Pendiente promedio
- Fisiografía
- Exposición
- Uso actual del suelo
- Cobertura de la vegetación
- Nivel de afectación del suelo

• Factores Biológicos

- Tipo de vegetación predominante (verificación de la cartografía forestal en escala 1:250 000)
- Especies dominantes y codominantes para el estrato superior, medio e inferior
- Diversidad de especies por estrato
- Etapa sucesional

• Caracterización de las especies de flora en riesgo.

- Sujeta a protección especial (Pr)
- Probablemente extinta en el medio silvestre (E)
- En peligro de extinción (P)
- Amenazada (A)

• Presencia de agentes de perturbación.

- Incendios
- Plagas y enfermedades
- Pastoreo
- Talas clandestinas

• Calidad de los factores ambientales.

- Condiciones generales de la vegetación
- Estructura de edades del arbolado

• Impactos ambientales en:

- Relieve y suelo
- Clima y calidad del aire
- Vegetación
- Fauna silvestre y pesca
- Conservación
- Cultura y economía local

• Usos del Recurso.

• Suelos

- Uso actual de suelo.
- Cobertura del suelo por la vegetación.

- Nivel de afectación en el suelo.

Las variables que se midieron se clasificaron en cuantitativas y cualitativas, dependiendo si los valores presentados tienen o no un orden de magnitud natural (cuantitativas), o simplemente un atributo no sometido a cuantificación (cualitativa). Dada la gran diversidad de características presentes en las coberturas vegetales, se tomó en cuenta la presencia de variables cualitativas y cuantitativas.

Se tomaron datos a nivel de sitio, del arbolado adulto, del renuevo, de la vegetación herbácea y del suelo. La relación de variables consideradas en el Inventario, así como su descripción y la forma en que se midieron se encuentran en los formatos correspondientes. Figura 2.23.

Altura total con apoyo de un Clisimetro Sunnto:

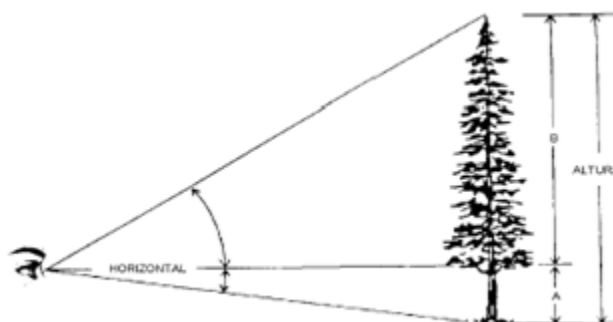


Figura 2.23 Esquema general de toma de lectura de la altura de un árbol

Cálculo de la altura del árbol: figuras 2.24 y 2.25.

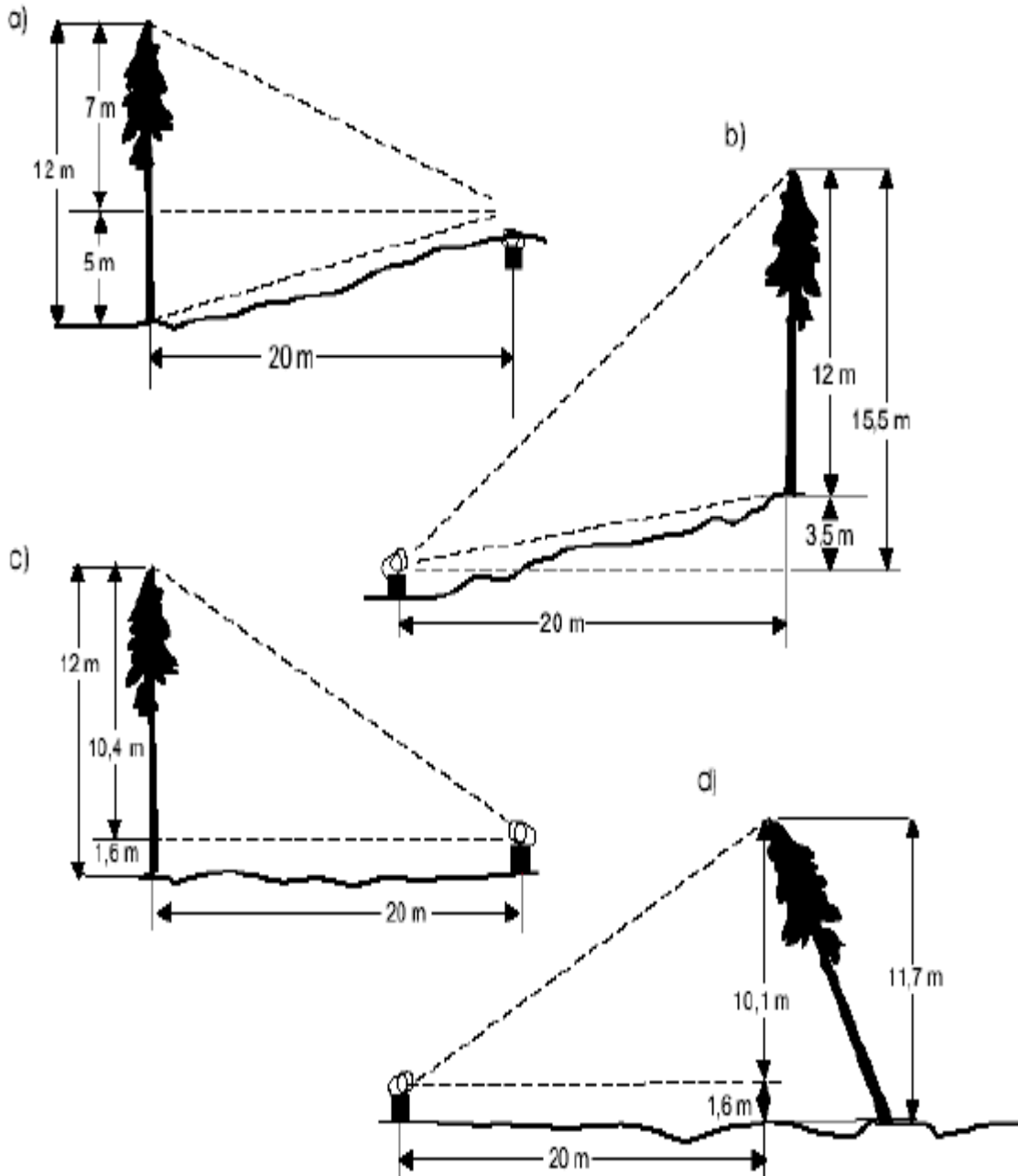


Figura 2.24 Algunas consideraciones tomadas para la medición de alturas

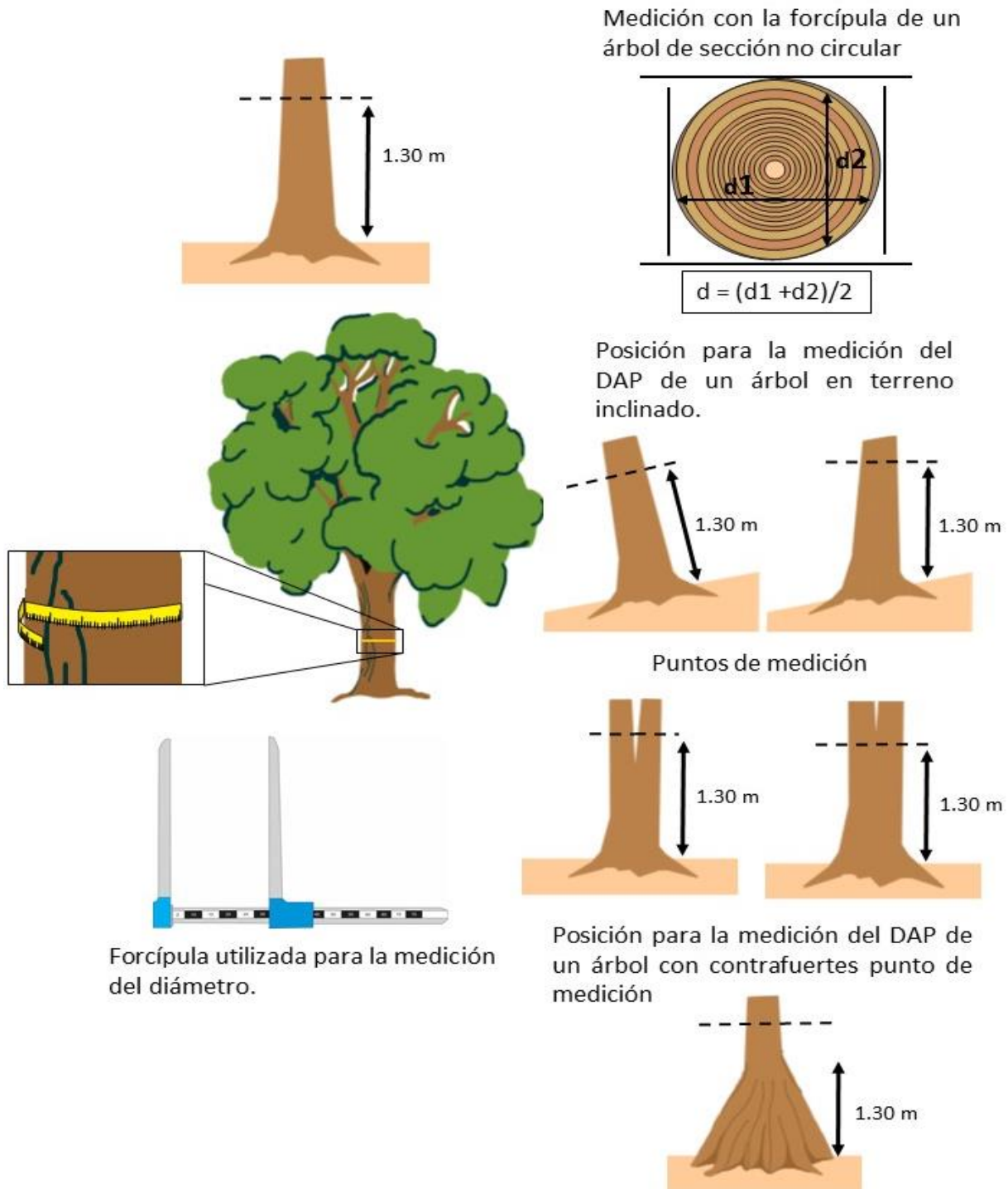


Figura 2.25 Algunas consideraciones tomadas para la medición de DAP

Calidad de los resultados.

De esta manera se cotejó la información levantada por la cuadrilla con la información de la empresa supervisora. La evaluación de los datos consistió en:

- Ubicación precisa del conglomerado por sus coordenadas y condiciones del terreno en su condición original.
- Revisión y comparación directa de los datos totales del conglomerado.
- Comparación estadística de los datos del arbolado tomando en cuenta las variables de número de árboles presentes por sitio, especies reportadas por sitio, diámetro normal promedio, altura promedio, altura de fuste limpio, diámetro de copa, etc.

Material utilizado en la ejecución del muestreo de campo (por brigada).

- 1 Mochila de campo.
- 1 Chaleco para trabajo de campo (por brigadista).
- 1 Altimetro/barómetro escape electrónico.
- 1 Clinómetro con funda de protección.
- 1 Brújula tipo bruntón con precisión a un grado.
- 1 Cinta diamétrica con repuesto.
- 1 Equipo G.P.S.
- 1 Cinta métrica (5 m) tipo carpintero
- 1 Cuerdas compensadas (20 metros).
- 1 Navaja.
- 1 Pintura aerosol color naranja fluorescente
- 1 Colectora de datos para captura de datos en campo
- Pilas de repuesto para cámara digital, colectora de datos y GPS.
- Reglas graduadas de 30 cm de longitud y con fondo contrastante para fácil lectura
- Bolsas de polietileno de 20 cm x 30 cm (para contener muestras de mantillo)
- 1 Tijera manual de poda (jardinera, para ramas pequeñas).

- 1 Regla metálica (30 cm).
- 1 Cámara fotográfica digital.
- Tablas de apoyo.
- 10 Banderillas por parcela de muestreo (para señalamiento) y/o cintas plásticas (colores llamativos).
- Prensa botánica.
- Papel secante.
- Cartón corrugado.
- Sobres de papel bond tamaño carta.
- 4 tubos de plástico de 1 m y $\frac{3}{4}$ de pulgada de diámetro, con 4 codos; para formar el área de muestreo de 1 m²
- Combustibles
- Cuerda o cinta marcada a cada metro, a 5, 10 y 15 metros y a 2 y a 4 metros
- Señalador de escala para fotografía (tubo de 1.30 m marcado a cada 10 cm, y tabla con triángulo de 30 cm).
- Bolsas de polietileno negras de 1 metro de ancho mínimo (para cuarteo)
- Tijeras
- Machete
- Martillo de goma
- Etiquetas preimpresas y formatos para datos de campo

Equipo de seguridad.

- Botas de cuero con protección hasta la rodilla.
- Protección contra mordedura de víbora
- Sombrero o gorra para prevenir insolación.
- Radio de comunicación de largo alcance.
- Botiquín con el siguiente contenido:

- 2 sueros antiviperinos “antivipmyn”
- 1 suero antialacrán, “alacramyn”.
- 1 suero antiaracnido “aracmyn”
- AVAPENA
- Alcohol de caña.
- Gasas.
- Vendas.
- Tablilla.
- Cinta adhesiva tipo micropore.
- Pomada para golpes.
- Pomada para quemaduras.
- Suero en polvo para deshidratación.
- Succionador de veneno.

Equipo de transporte

- Camioneta tipo pick up doble cabina, equipada con winche mecánico.
- Extintor tipo ABC 2 kg. 3.3
- Doble llanta de refacción.
- Equipo básico de mecánica: desarmador, llaves, cruceta, gato, señalamientos para carretera.
- Cadenas.

Documentación

Oficio de comisión, firmado por la compañía contratista, especificando el lugar, objetivo y periodo de la comisión.

Credenciales de identificación para cada integrante de cuadrilla.

Permisos especiales de entrada a las áreas que lo requieran: (áreas naturales protegidas, áreas de alto riesgo de narcotráfico, comunidades con problemas legales, reservas indígenas y propiedades privadas).

2.17.1.5. Cálculo de estimación de volúmenes

Cálculo de la hectárea tipo

En un ecosistema se pueden obtener dos tipos productos; materias primas maderables y no maderables. En los primeros esta: madera en rollo, brazuelo, leña, postas rusticas para cerco y labrados a hacha para viga y postes, cuya unidad de medición son m³ RTA o VTA (metros cúbicos rollo o volumen total árbol/ha). En los no maderables están las fibras duras (Ton/ha), cerote (Ton/ha), o directamente individuos como plantas de maguey y cactáceas.

Para la estimación de la hectárea tipo, se agrupan los sitios de muestreo por estrato (tipo de vegetación) y para cada obra, una vez obtenido el volumen promedio por hectárea, se realiza una inferencia a la superficie total del proyecto.

La estimación de las existencias reales totales en predio en estudio demanda la utilización de herramientas que ayuden a la obtención de las variables necesarias para tal fin, una de ellas es el inventario forestal que trata de describir la cantidad y calidad de los árboles o arbustos de un bosque o matorral y muchas de las características de la zona del terreno donde crecen los mismos (Romahn, et al. 1994).

Dada la condición natural de las especies, en cuanto a la variación de su crecimiento y morfología, no se tiene información documental comprobada de la existencia de algún modelo de estimación de volumen específico para cada una de las especies involucradas y para las condiciones del área de interés. Por lo tanto, para el caso que nos ocupa, se cuantificará el volumen de las materias primas forestales a través del número de individuos a remover en el área sujeta a cambio de uso de suelo, considerando a las especies maderables y no maderables.

Para la cubicación de la madera en rollo, para algunas especies de clima templado como coníferas, o latifoliadas en selvas tropicales, matorrales, se puede realizar con la utilización de las fórmulas que emplean los tipos dendrométricos principales, cilindro, neiloide, paraboloides, cono, considerando la aplicación correcta de los criterios para la medición de diámetros y alturas de acuerdo con forma y características de la especie en cuestión. Debido a la imposibilidad de utilizar los métodos convencionales para la cubicación de ramas y brazuelo que se obtienen de la copa (construyendo paralelepípedos y aplicando coeficientes de apilamiento), se deberá considerar un modelo matemático que, en base a las dimensiones del árbol o arbusto, proporcione una estimación de esta componente.

En las especies forestales de las cuales se obtienen madera en rollo, se utilizan tablas o tarifas de volúmenes, los cuales son tablas de una doble entrada, utilizando variables dasométricas de fácil medición (diámetros y alturas), proporcionan una estimación del

volumen en m³ RTA o VTA (metros cúbicos total árbol). Las tablas de volumen generalmente se construyen para una especie o grupo de especies para una determinada región forestal, razón por la cual el responsable deberá considerar utilizar la tabla utilizada para la especie o especies preferentemente en la región de estudio y que además esté validada, es decir construida con validación estadística, publicada y/o aprobada por las delegaciones de la SEMARNAT.

En especies forestales maderables de crecimiento no definido, como especies de zonas áridas, cuyo principal uso es para leña, carbón y postas rústicas se utilizará los métodos de análisis dimensionales o análisis alométrico, empleando modelos estadísticos ya probados y que su uso es ampliamente aceptado. Las variables que utilizan estos modelos pueden ser, cobertura aérea, diámetro de copa, diámetro basal, diámetro a la primera rama, altura total, altura a la primera rama, etc. En el empleo de estas técnicas se deberá especificar los criterios de selección del modelo, y resultados obtenidos con cada modelo.

Para ambos casos anteriores, en caso de no contar con las tablas o tarifas de volumen o no tener los métodos de análisis dimensionales o análisis alométrico, se deberá utilizar los modelos o ecuaciones matemáticos utilizados para estimaciones dasométricas del inventario nacional forestal (CONAFOR) para cada grupo de especies forestales de cada estado.

Con base en los objetivos del proyecto y la afectación que este implica a la vegetación forestal dentro del área del predio en estudio, únicamente se cuantifica las materias primas del área sujeta a cambio de uso de suelo en terreno forestal.

Densidad de plantas por hectárea.

Densidad. Es el número promedio de individuos por área o superficie de muestreo. Es una buena medida cuando se pueden diferenciar individuos. Esto es complicado en plantas que se reproducen vegetativamente, que tienen un crecimiento por estolones o macollos o bien que se entierran parcialmente y salen en otro punto. Es difícil diferenciar individuos en muchas especies de pastos, ciperáceas, enredaderas, entre otras. Cuantificar individuos de especies herbáceas en humedales es muy complejo por la forma de crecimiento de muchas de las especies que los componen o bien porque un buen número tiene reproducción vegetativa. Si el conteo de individuos no es correcto, se está dando un valor por abajo o por encima del verdadero.

Para este punto se llevó a cabo un muestreo para estimar el número de individuos existentes y la cantidad de volumen a remover debido a que se registraron solo un tipo de vegetación y/o comunidad vegetal a lo largo de las áreas del predio en estudio de la superficie forestal la cual presenta variaciones en cuanto a densidades en el arbolado, arbustos y densidades de sotobosque o estrato herbáceo. A continuación, se describen las densidades encontradas por tipo de vegetación y/o comunidad vegetal para la obra del proyecto.

a). - Densidad de individuos por hectárea (**tabla 2.9**).

Tabla 2.9 Indicador de desiertos arenosos.

Indicador/vegetación de desiertos arenosos		Densidad Núm./Ind. /ha
4 sitios	Estrato arbustivo	225.0
	Estrato herbáceo	70000.0

Cabe señalar que en el número de individuos por hectárea se consideran desde arbustos, renuevo, herbáceas, aunque no se registraron en el muestreo son un elemento importante en la comunidad vegetal que incrementaron el número de individuos por hectárea en cada tipo de vegetación y/o comunidad.

Cobertura de copas.

Es la superficie que cubre la proyección vertical del follaje de la planta. Sería parecido a su sombra a las 12 del día. Es una indicación de la superficie que produce sombra a otras plantas y del área que ocupa la raíz y por tanto del espacio del que toma nutrientes y agua. Ello da una idea del área que requiere esa planta para vivir. El valor de cobertura se obtiene por individuo o por especie, por unidad de muestreo. Hay varias formas de medir la cobertura. La primera es el largo por ancho de la planta, pues se asume que tiene forma de ovalo o de rectángulo, y se mide con una regla o un metro. Se suman todos los datos de una misma especie para dar el valor por unidad de muestreo. Otra manera es utilizando una aproximación visual y asignando un valor de una escala, la cual para este estudio se aplicó esta última. Es un método mucho más rápido, pero de menor exactitud, y como siempre, la decisión de cual utilizar dependerá de los objetivos del estudio. En este caso es importante que las personas que van a hacer las mediciones practiquen antes y se aseguren de coincidir en el valor de la escala que asignan.

Las escalas más usadas son la de Braun-Blanquet (1932) y la de Westhoff y van derMaarel (1978), aunque hay otras en la literatura por ejemplo la de Kent y Coker (1992). La primera incluye además de un porcentaje, símbolos para los valores más bajos. La segunda combina la cobertura con la abundancia, pues en los valores más bajos, cuando la cobertura es menor del 5% de la unidad de muestreo, se utilizan valores de abundancia. En esta escala todos son números por lo que todos los niveles se pueden usar para cálculos numéricos como es el valor de importancia. Por lo que para el presente estudio utilizaremos la escala de Braun-Blanquet (1932), ver **tabla 2.10**.

Tabla 2.10 Escalas de cobertura más usadas son la de Braun-Blanquet (1932) y la de Westhoff y van der Maarel (1978)

Braun-Blanquet (1932)	Westhoff y van der Maarel (1978)
5 = cualquier número de plantas, con una cobertura mayor al 75%	9 = más del 75% del cuadro
4 = cualquier número de plantas, con una cobertura entre 50 y 75%	8 = entre 50 y 75%
3 = cualquier número de plantas, con una cobertura entre 25 y 50%	7 = entre 25 y 50 %
2 = cualquier número de plantas, con una cobertura entre 5 y 25%	6 = entre 12.5 y 25%
1 = numerosas pero que cubren menos del 5%, o bien dispersas que cubren hasta 5% del área	5 = entre 5 y 12.5%
x = pocas, con baja cobertura	4 = menos de 5%, pero más de 10 individuos, demasiados para contar
r = Solitarias, con baja cobertura	3 = menos de 5%, más de 10 individuos y se pueden contar
	2 = menos de 5%, entre 3 y 10 individuos
	1 = menos de 5%, 1 a 3 individuos

Para ello se delimito el área de muestreo, se ubican todos los individuos de la especie que se va a valorar, visualmente se colocan juntos sin alterar su forma, es decir sin comprimirlos. Se empieza preguntándose si ocupa más o menos del 50 %. Si es más de la mitad la pregunta es si ocupa más del 75% o menos, y se asigna el valor correspondiente, según la escala que se esté utilizando. Se hace lo mismo si el valor es menor de la mitad.

Con las lecturas del diámetro de las copas tomadas para cada tipo de vegetación se determinó la cobertura de las densidades encontradas, registrándose para estos tipos de vegetación y /o comunidades densidades muy variadas. **Tabla 2.11.**

Tabla 2.11 Cobertura de los estratos de la vegetación muestreada en el predio en estudio (Braun-Blanquet (1932)).

Tipo vegetación	No sitio	Escala de cobertura		
		Estrato arbóreo	Estrato arbustiva	Estrato herbáceo
Vegetación de desiertos arenosos (VDA)	1	NA	1	1
	2	NA	2	1
	3	NA	1	1
	4	NA	1	1

Área basal (DAP).

Es el diámetro del tronco a la altura del pecho, es decir aproximadamente a 137 cm de altura. Se mide el tronco del árbol y si es un arbusto, se mide cada rama y se suman todas ellas para calcular el valor del individuo en la unidad de muestreo. Es preferible usar para ello una cinta dasométrica. Cuando se usa área basal, cada individuo tiene un valor. En general el árbol con mayor área basal es el que tiene mayor altura y por tanto es el dominante. Por tanto, frecuentemente se usa el área basal como un índice de dominancia.

En una figura anterior se presenta donde se debe medir el área basal en el caso de troncos con formas de crecimiento particulares (contrafuertes, raíces zanco, ramificados, etc.).

Dominancia = área basal de la especie / suma de las áreas de todas las unidades de muestreo

Dominancia relativa = (dominancia de la especie / suma de los valores de dominancia de todas las especies) x 100

Dominancia relativa = (área basal de la especie / área basal de todas las especies) x 100

Frecuencia. Es el porcentaje de unidades de muestreo en que aparece la especie con respecto al total de unidades utilizadas. Es una medida de qué tan uniforme es la distribución de la especie en la zona.

Se calcula:

Frecuencia = número total de cuadros en los que una especie aparece / número total de cuadros

Frecuencia relativa = (frecuencia de las especies / suma de la frecuencia de todas las especies) x 100

Cada especie en cada unidad de muestreo tendrá un valor. Este podrá ser presencia o ausencia (1 o 0), o bien un valor de cobertura o área basal. Los datos se pueden transformar a valor de importancia por especie, o bien analizarse por métodos multivariados de agrupación (clasificación) u ordenación, **tabla 2.12**.

Tabla 2.12 Área basal de los sitios de muestreo del área de estudio

Tipo de vegetación	No sitio	Coordenada X	Coordenada Y	Clave	Área basal M ² /ha
Vegetación de desiertos arenosos (VDA)	1	714728	3589080	SF1	0.4084
	2	714867	3589151	SF2	0.4178
	3	714932	3589023	SF3	0.4225
	4	715058	3589093	SF4	0.2309

2.17.1.6. Metodología de estimación de volúmenes

La estimación de las existencias reales totales en el o los predios de cada obra del proyecto y donde se efectuará el Cambio de Uso de Suelo en Terreno Forestal (CUSTF) demanda la utilización de herramientas que ayuden a la obtención de las variables necesarias para tal fin, una de ellas es el inventario forestal que trata de describir la cantidad y calidad de los árboles o arbustos de un bosque y muchas de las características de la zona del terreno donde crecen los mismos (Romahn, et al. 1994).

Dada la condición natural de las especies, en cuanto a la variación de su crecimiento y morfología, no se tiene información documental comprobada de la existencia de algún modelo de estimación de volumen específico para cada una de las especies involucradas y para las condiciones del área de interés. Por lo tanto, para el caso que nos ocupa, se cuantificará el volumen de las materias primas forestales a través del número de individuos a remover en el área sujeta a cambio de uso de suelo, considerando a las especies maderables y no maderables.

Con base en los objetivos del proyecto y la afectación que este implica a la vegetación forestal dentro del área solicitada para cambio de uso de suelo, únicamente se cuantifica las materias primas del área de afectación de las obras del proyecto.

Secuencia de cálculo estimación de existencias de volumen de materias primas forestales totales

Una vez obtenido el volumen por individuo por sitio, estos valores se conjugaron para obtener el volumen total de todos los sitios de cada segmento perteneciente al tipo de vegetación dentro de la zona de afectación del Proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial, tanto por especie como el total del sitio, además de otras variables características como la cobertura promedio de copa y altura promedio.

Estos totales, fueron transformados a valores por hectárea utilizando un factor de conversión, basado en la superficie muestreada de la siguiente forma:

$$fc = \frac{1}{AMTVC}$$

Donde:

AMTVC: Área total muestreada por tipo de vegetación dentro del área del proyecto.

A partir del cual, utilizando el total de los árboles y arbustos de todos los sitios por tipo de vegetación dentro del Proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial propuestas para cambio de uso de suelo, se determinó el número de arbustos por hectárea en cada uno para cada especie con la siguiente expresión:

$$\text{Arboles/ha} = fc * \text{Total Arboles de la Muestra por TVC}$$

Donde:

TVC = Tipo de vegetación dentro del proyecto.

Para la determinación de las existencias rollo total árbol por hectárea, por especie por tipo de vegetación por dentro de la zona de afectación del proyecto, se obtuvo con la expresión:

$$\text{ERTA} = \text{Arboles/Ha} * \text{Total Volumen de Muestra por TVC}$$

Donde:

TVC = Tipo de Vegetación dentro del área del proyecto.

Así, las existencias totales por especie por tipo de vegetación presente dentro de las zonas de afectación del área del proyecto resultaron de la suma de todos los volúmenes. Para el cálculo de las existencias reales totales por cada polígono del predio para cada especie, se extrapolan las existencias reales por ha a la superficie neta de cada uno de estos. De forma similar, para Estimar el volumen de materias primas por especie derivadas del cambio de uso del suelo, los resultados de volumen y número de árboles o arbustos por hectárea son inferidos relacionando dichos valores con la superficie de cada predio que será afectado.

Cuantificación de volúmenes por especie.

Para la determinación de volumen promedio a intervenir, se calculó utilizando algunos modelos o ecuaciones matemáticas aplicables a algunas especies.

Para las especies arbustivas de esta vegetación de desiertos arenosos se aplicó el siguiente modelo matemático, acorde a las características fenológicas arbustivas de las especies:

$$\text{Vol.} = 0.003057 + 0.691899 * \text{Ac}^2 * \text{Ht}$$

Donde:

Vol. = Volumen en m³ r. t. a.

Ac= Ancho de Copa o diámetro de copa (cm)

Ht = Altura total (m)

Volumen e individuos.

Para el cálculo de las existencias reales totales del predio o área que requiere autorización de cambio de uso de suelo en terreno forestal del proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial en estudio para cada especie, se extrapolan las existencias reales por ha a la superficie neta de cada uno de estos. De forma similar, para estimar el volumen de materias primas por especie derivadas del predio en estudio, los resultados de volumen y número de árboles por hectárea son inferidos relacionando dichos valores con la superficie del predio en estudio, **tabla 2.13**.

Tabla 2.13 Los resultados de la cuantificación de volumen por especie a intervenir son:

RELACIÓN DE VOLUMEN TOTAL A REMOVER			
PREDIO	TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE (HA)	VOLUMEN TOTAL/ TIPO DE VEG. m ³ V.T.A.
Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial	Vegetación de desiertos arenosos (VDA)	9.00	6.833
	TOTAL	9.00	6.833

RESUMEN TOTAL POR TIPO DE VEGETACIÓN

Tabla 2.14 CCI PARQUE INDUSTRIAL (VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS) (9.00 ha)

ESPECIES LEÑOSAS (MADERABLES)

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NUM/IND/ha TOTAL	VOL. TOTAL/ha m ³ VTA TOTAL	VOL. TOTAL/ha m ³ VTA CUSTF (9.00 ha)
<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	222	0.7510	6.763
<i>Ambrosia dumosa</i>	Chamizo	3	0.0078	0.07
TOTAL		225	0.7588	6.833

Tabla 2.14 Desglose de los volúmenes por especie del predio sujeto a cambio de uso de suelo en terreno forestal de la obra en estudio

Propietario: Contrato de Arrendamiento

Polígono: Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Superficie del Predio: 9.00 ha

Tipo de vegetación: Vegetación de desiertos arenosos (VDA)

Municipio: San Luis Río Colorado, estado de Sonora.

ESPECIES LEÑOSAS (MADERABLES)

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NUM/IND/HA TOTAL	VOL. TOTAL/HA M ³ VTA TOTAL	VOL. TOTAL/HA M ³ VTA CUSTF (9.00 ha)
<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	222	0.7510	6.763
<i>Ambrosia dumosa</i>	Chamizo	3	0.0078	0.07
TOTAL		225	0.7588	6.833

2.18 La metodología y procedimiento para determinar el método de muestreo aplicado en la estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo en terrenos forestales, tomando en cuenta el predio como un trayecto de medición. Explicar los elementos que se tomaron en consideración para determinar los niveles de confiabilidad, así como el tamaño de muestra para que ésta fuera representativa de la diversidad presente en el área del proyecto.

Es importante aclarar primeramente que no se realizó conteo directo de la vegetación presente en el área de las obras del proyecto, lo anterior por lo tardado de su ejecución y por el tipo de obra, esquema de aprovechamiento (matarrasa) y sobre todo por las comunidades vegetales, las cuales en su mayoría no presentan especies con algún interés de aprovechamiento comercial, solo como uso doméstico, además por el tipo de estudio que se trata, ya que es un estudio de contingencia en su modalidad de cambio de uso de suelo el cual a través de muestreos de vegetación se pueden determinar los volúmenes totales a derribar.

Plan de operativo del trabajo de campo (inventario forestal)

Durante la selección de la trayectoria de la obra y del predio se realizaron recorridos en donde se realizó un estudio prospectivo de las condiciones bióticas de las obras, en esta

prospección se definieron las unidades ambientales regionales identificadas a todo lo largo del trayecto, identificando claramente los límites de las fronteras agrícolas con las forestales y pecuarias, además identificando los tipos y comunidades vegetales presentes a todo lo largo de las obras, generando un mapa base con unidades ambientales específica o rodales.

Partiendo del mapa anterior y considerando que no existe información actualizada de las comunidades vegetales, con ayuda de ortofotos e imágenes de satélite y recorridos a todo el trayecto de las obras, se definieron los límites de cada uno de los tipos de vegetación o uso actual del suelo. Ya conociendo las longitudes y superficies de cada tipo y comunidad vegetales identificadas y zonificadas se pudo ya iniciar con la planeación de los muestreos de vegetación.

Las poblaciones objeto de este inventario forestal, específico para este proyecto son demasiado grandes para ser enumeradas completamente o censarlas, razón por la cual fue conveniente recurrir al muestreo o, ya que nos proporciona la información necesaria a un costo mucho menor y con mayor rapidez.

Previo al inicio del inventario forestal se tomaron las siguientes decisiones, ejecutar el levantamiento por el método de muestra accidental estratificada por cada comunidad vegetal identificada, que consiste en dividir la población (tipo de vegetación) en subpoblaciones (comunidades vegetales) más homogéneas según una o varias características, y dentro de cada subpoblación se tomaron muestras selectivo-aleatorias, ya que se distribuyeron los sitios de muestreo no solo por la estratificación de las comunidades vegetales, sino además por las condiciones particulares del proyecto, la cual no es una área puntual, más bien una obra de tipo lineal, se tomó como referencia las diferentes exposiciones presentes a todo lo largo de los trayectos y de las mismas comunidades vegetales, tratando de que se durante los muestreos se tomaran la mayor cantidad de variables de las comunidades mismas que en muchas ocasiones las diferentes exposiciones nos indican la calidad de sitio de cada comunidad. Las subpoblaciones son denominadas rodales o comunidades vegetales. La decisión de utilizar este método fue tomada porque se comprobó que algunas poblaciones de las mismas comunidades son muy heterogéneas, y porque el método permite hacer estimaciones no sólo para la población sino también para cada uno, de las comunidades. Este método nos permitió hacer un análisis de todos los elementos de la población.

Cabe señalar que para poder definir la cantidad de sitios a muestrear y el tamaño de la muestra se realizó previo a su ejecución durante el estudio prospectivo, un premuestreo cualitativo que ya con la experiencia de muestreos en estas zonas en proyectos anteriores y varios muestreos en estas comunidades vegetales, ya se tenía un antecedente y un análisis previo de los resultados que se podrían, y en base a este conocimiento se planteó y se definió el error de muestreo que necesitábamos obtener y que estadísticamente fuera representativo, considerando un grado de confiabilidad del 95 %, ya una vez concluido los muestreos se agruparon para cada comunidad vegetal y se realizó las estimaciones volumétricas de cada sitio y del total de las comunidades, haciendo el análisis comparativo estadísticamente y observando las varianzas y covarianzas de los resultado de los mismos

para verificar si la intensidad de muestreo plateada fue suficiente para obtener los resultados esperados, por lo que se concluye que general fue representativa ya que se obtuvo los resultados esperados y no fue necesario inventariar más, lo que nos indica que las comunidades son homogéneas respecto a la rodalización o zonificación hecha.

Sin embargo, todos los inventarios forestales están sujetos a errores, estos se agrupan en dos clases: errores debidos al muestreo y errores no debidos al muestreo o tomados en conjunto hacen el error total o de estimación o exactitud. Este error total es la diferencia entre la estimación hecha a parte de la muestra y el valor verdadero de la población, el error se estima recurriendo a cálculos estadísticos que dan un valor con el signo +, en este caso el error toma el nombre de error de muestreo o precisión.

La causa para que haya error de estimación se debe al hecho de que la muestra que se tomó mide solo una parte de cada comunidad vegetal identificada, si se midiera todo el bosque, el error sería cero. Por lo tanto, ese error se debe a la parte del bosque que no se midió y por ello se denomina error de muestreo. Además, dentro del error de muestreo que se calculó se incluyen otros errores debido a malas medidas, equivocaciones, malos cálculos, este por lo tanto se debe recordar que lo que se llama error de muestreo contiene otros errores. Error de muestreo es igual al error por la muestra más otros errores y sería mejor decir:

Las estimaciones muestrales hechas estuvieron sujetas a variación y dependen primeramente de la variabilidad inherente de la población (σ^2) y del tamaño de la muestra (n) y de la población (N). El procedimiento estadístico realizado para indicar la confiabilidad de un estimador fue al definir nosotros mismos los límites de confianza.

Una vez definido ya nuestro esquema de distribución y de análisis previó para los muestreos de vegetación se tenía que definir el tamaño y forma de la muestra, para que nuestros libeles de confiabilidad y errores de muestreo deseados se cumplan, para lo cual se realizó un juego de cálculos en cuanto a superficie a muestrear y la intensidad de la misma, por lo que se definió realizar sitios de dimensiones fijas de 1,000 m² (radio de 17.84 m) compensados a cada 5 grados de pendiente para hacerlos con proyección ortogonal y no aumentar los errores de muestreo. Cabe señalar que además de esta decisión de gabinete del tamaño y forma de los sitios, se consideró lo práctico que resultaría hacerse ya en campo con el personal disponible y el tiempo destinado para su ejecución.

Con mucha frecuencia, cada unidad de una población tendrá más de una sola característica. Los árboles por ejemplo pueden estar caracterizados por su altura, diámetro. La covarianza es una medida de la asociación entre las magnitudes de dos características. Si la asociación existente es pequeña o nula, la covarianza estará próxima a cero. Partiendo de esto se tomó la decisión de que nuestra propuesta presento un alto grado de confiabilidad, para lo cual se estimó el número de sitios de muestreo para cada una de las comunidades de vegetación presentes a lo largo del proyecto y su distribución.

Ya teniendo definido el esquema, distribución y tamaño de muestra se prosiguió a georreferenciarlos, para que el personal los identificara de manera directa en campo con

ayuda de GPS, una vez identificados en campo se inició con la toma de los parámetros y mediciones necesarias para las estimaciones de volumen (VTA), el cual consistió de la siguiente manera (una vez definido el centro del sitio se inició a la delimitación del sitio, el cual se realizó con ayuda de cuerdas compensadas para las zonas con algún grado de inclinación, partiendo de norte y en dirección a las manecillas del reloj, contabilizando todos los arbustos y árboles que estuvieran dentro del círculo delimitado, cuantificando para el caso de los arbustos el diámetro de copa y su altura por especie, para el caso de los árboles mayores a 5 cm de diámetro, su diámetro a 1.30 m y su altura total del mismo por especie, para el caso de las plantas epifitas, parasitas y cactáceas o agaves se procedió a la cuantificación directa por número de individuos presentes en el sitio, se tomaron las coberturas totales del sitio para el sotobosque y se midió la parte norte de las copas de los arbustos para estimar la cobertura vegetal.

Una vez realizado y terminado los muestreos programados se inició la captura de la información, agrupando ya los resultados de los sitios de cada comunidad vegetal muestreada, y con esto poder determinar la hectárea tipo para cada comunidad presente a afectarse y una vez conociendo las superficies y longitudes del dueño del predio, realizar la estimación para este predio afectado.

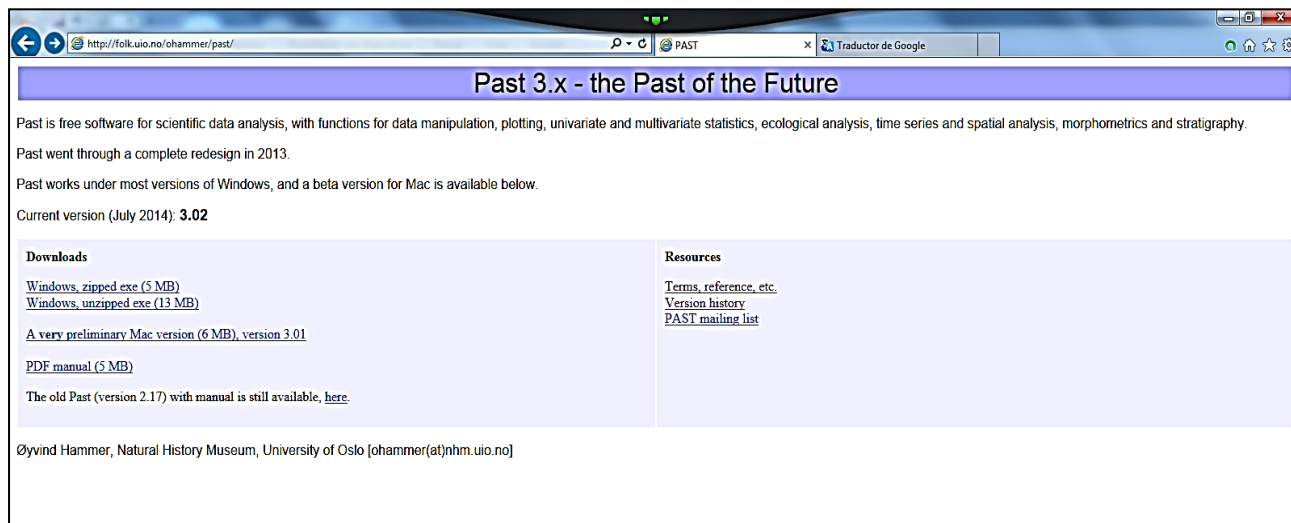
2.17.1.7. Justificación metodológica respecto al número de sitios de muestreo realizados en el predio en estudio, teniendo en cuenta el porcentaje de error y el grado de confiabilidad apropiados al objetivo que se persigue.

La representatividad de los muestreos florísticos se comprobó mediante la aplicación de la curva de acumulación de especies, la cual se utiliza para estimar el número de especies esperadas a partir de un muestreo, permitiendo observar cómo el número de especies se va acumulando en función del número acumulado de muestras (esfuerzo de muestreo empleado). De esta manera, cuando se alcanza la asíntota de especies acumuladas, se considera que la muestra es representativa del atributo medido, es decir que el número de sitios muestreados en las unidades de análisis, lo que nos permitió lograr un inventario bastante completo y altamente fiable.

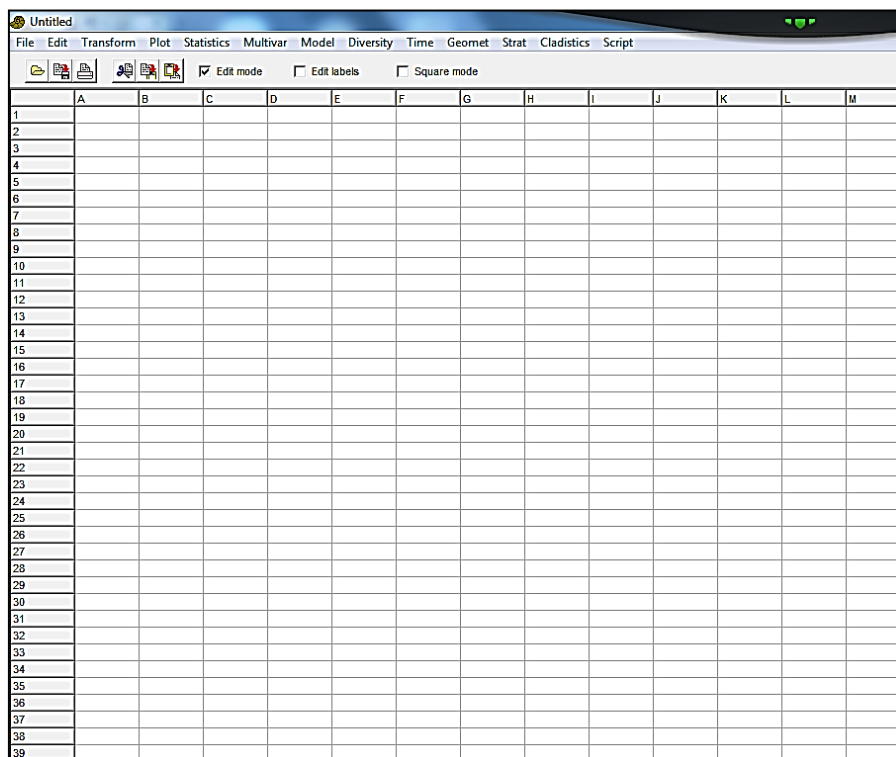
El cual se realizó como se describió en el punto anterior y fue realizado con la siguiente secuela del programa:

El programa PAST es un software libre para el análisis de datos científicos, con funciones de manipulación de datos, el trazado, estadísticas univariantes y multivariantes, análisis ecológico, series de tiempo y análisis espacial, morfometría y la estratigrafía.

Este programa puede descargarse en la página del museo de historia natural de la Universidad de Oslo: <http://folk.uio.no/ohammer/past/>



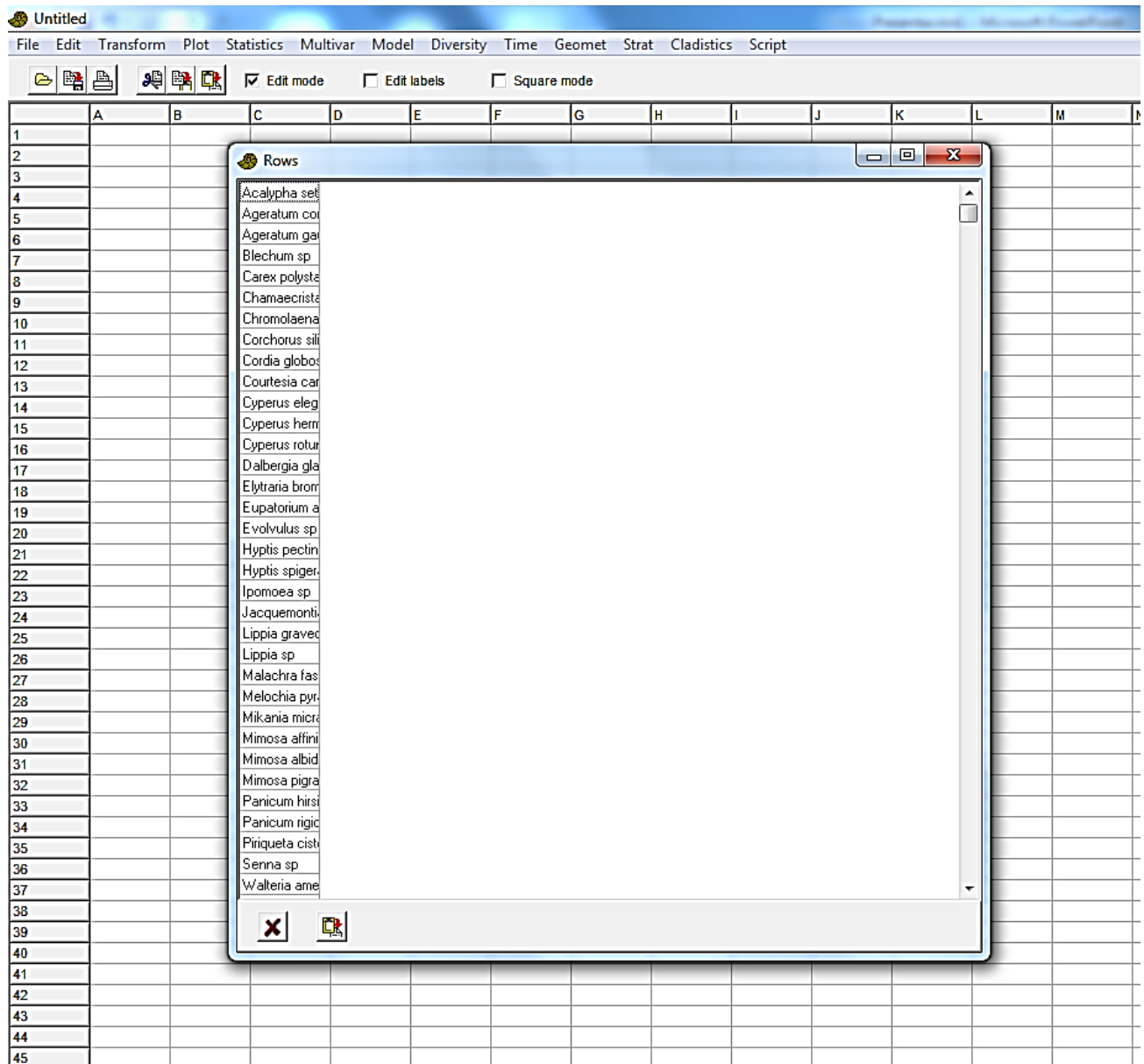
Para usar el programa PAST (una vez instalado en la PC) se debe abrir una nueva página de trabajo:



Ejemplo del modelo utilizado

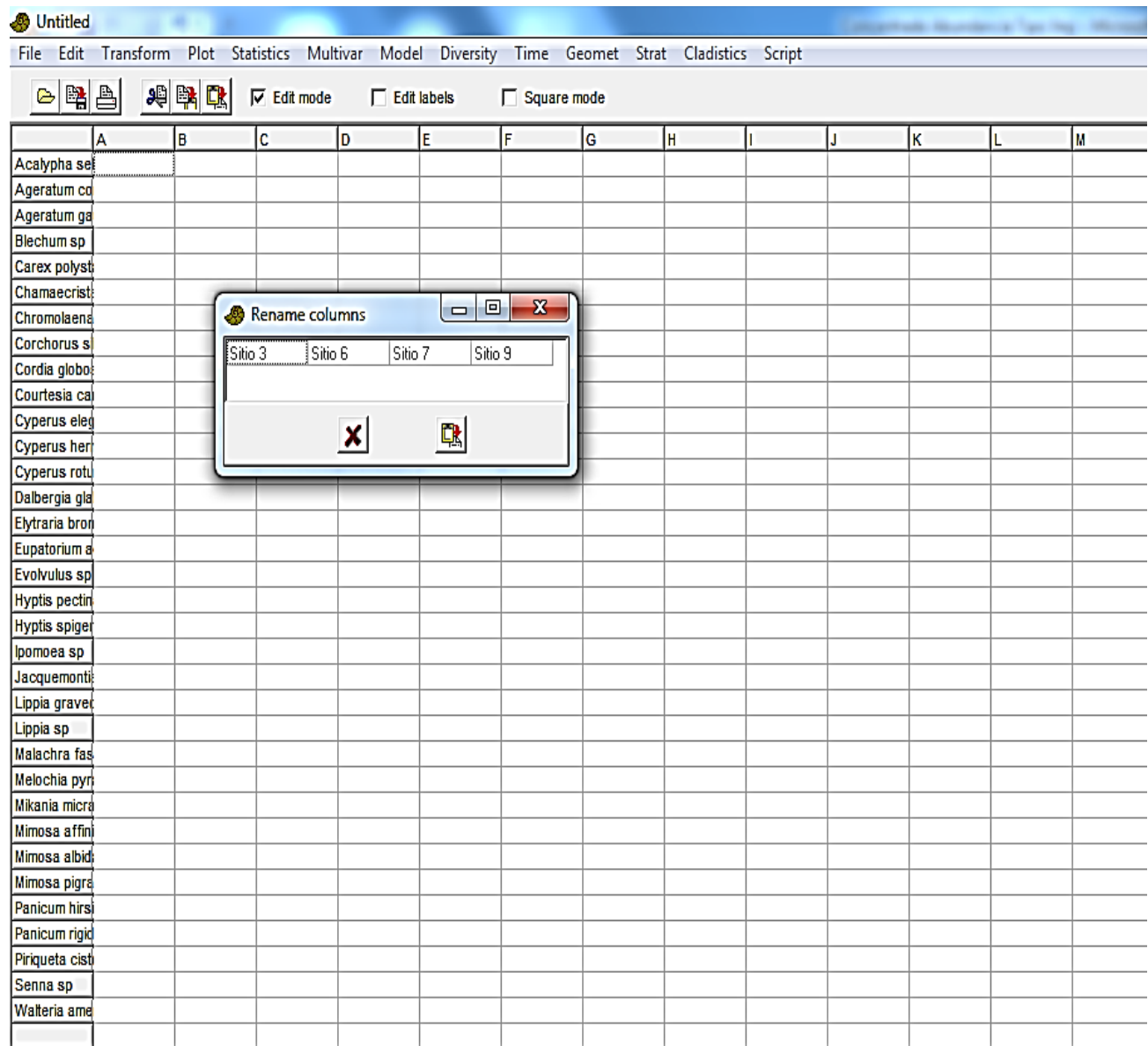
PASO 1.

En la hoja de trabajo nombra a las filas con el nombre de las especies que integran el listado florístico. Los datos pueden ser capturados individualmente en el programa o pueden copiarse y pegarse desde una hoja de cálculo de Excel:



PASO 2.

En la hoja de trabajo, en las columnas se nombran con los sitios de muestreo:



PASO 3.

Se captura la abundancia de cada especie en los sitios de muestreo (es importante marcar con cero las casillas donde se cruza una especie (fila) que no estuvo presente en el sitio (columna)).

	Sitio 3	Sitio 6	Sitio 7	Sitio 9	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Acalypha sel	0	0	0	0	3								
Ageratum co	0	16	0	0	16								
Ageratum ga	0	6	0	10	16								
Blechnum sp	0	0	0	25	25								
Carex polyst	0	8	0	8									
Chamaecrist	0	0	15	15									
Chromolaena	0	6	0	6									
Corchorus si	4	0	2	0	6								
Cordia globo	0	4	0	4									
Courtesia ca	0	13	0	0	13								
Cyperus eleg	4	0	19	17	40								
Cyperus her	10	10	6	19	45								
Cyperus rotu	10	0	0	0	10								
Dalbergia gla	0	0	2	0	2								
Elytraria bron	0	5	0	0	5								
Eupatorium a	0	0	3	0	3								
Evolvulus sp	0	0	0	10	10								
Hyptis pectin	0	0	61	0	61								
Hyptis spige	0	0	50	0	50								
Ipomoea sp	0	0	0	3	3								
Jacquemonti	0	0	11	0	11								
Lippia grave	0	8	0	0	8								
Lippia sp	0	3	0	0	3								
Malachra fas	0	0	27	15	42								
Melochia pyr	9	0	0	0	9								
Mikania micra	0	3	0	0	3								
Mimosa affini	0	7	0	0	7								
Mimosa albid	0	8	0	0	8								
Mimosa pigra	7	4	0	0	11								
Panicum hirs	15	12	35	0	62								
Panicum rigid	4	0	0	0	4								
Piriqueta cist	0	0	2	0	2								
Senna sp	0	0	0	4	4								
Walteria ame	15	6	0	0	21								

PASO 4.

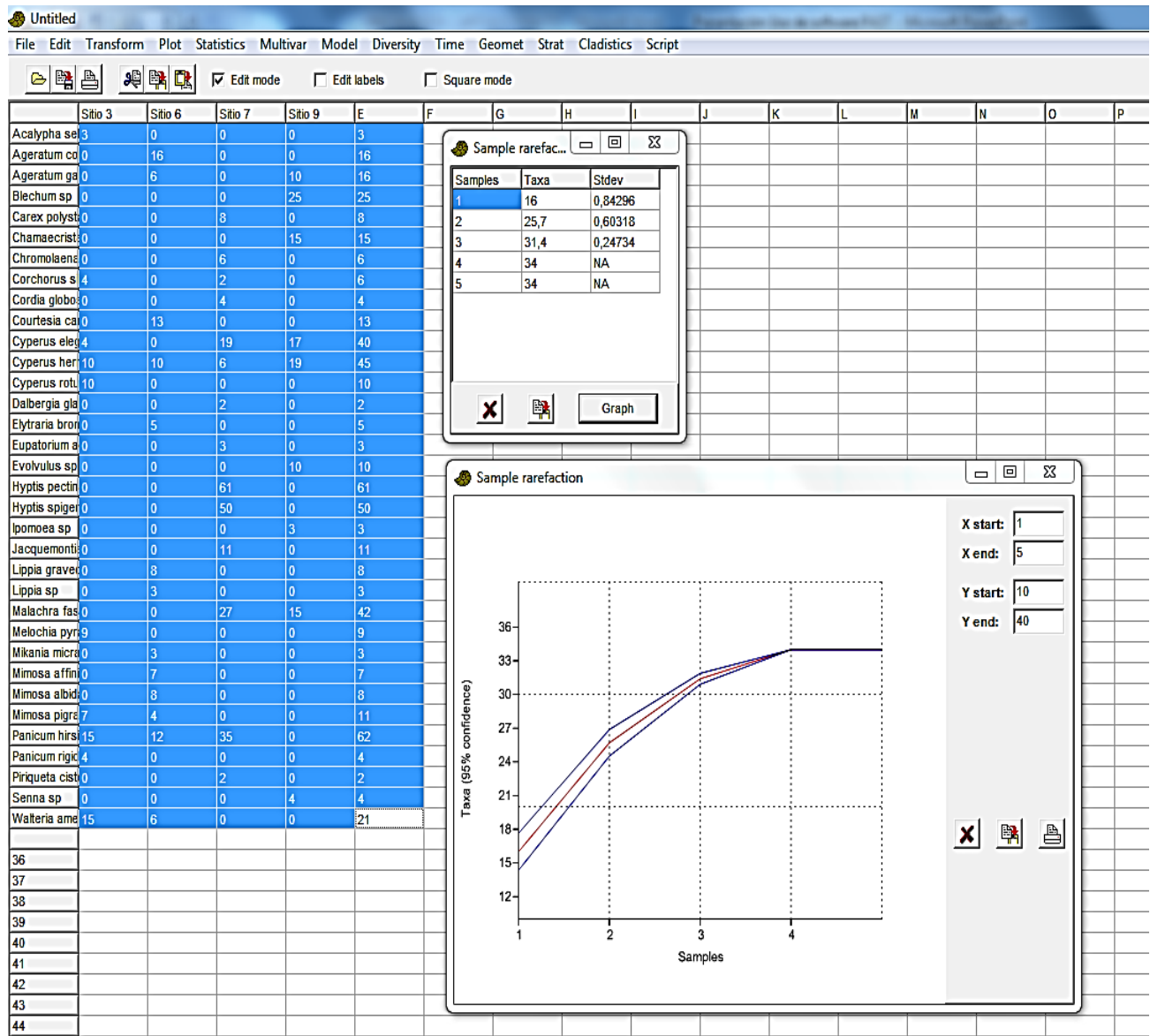
Una vez capturada la matriz de abundancia de especie por sitio, se puede hacer el análisis de acumulación de especies. Para esto se abre la pestaña “Diversity” y la opción “Samplerarefaction”.

The screenshot shows a software window titled 'Untitled' with a menu bar including File, Edit, Transform, Plot, Statistics, Multivar, Model, Diversity, Time, Geomet, Strat, Cladistics, and Script. A 'Diversity' dropdown menu is open, listing options such as Diversity indices, Quadrat richness, Beta diversity, Taxonomic distinctness, Individual rarefaction, Sample rarefaction (highlighted), SHE analysis, Compare diversities, Diversity t test, and Diversity profiles. Below the menu is a table with columns for sites (Sitio 3, Sitio 6, Sitio 7, Sitio 9) and a total column (E). The rows list various plant species and their counts across the sites.

	Sitio 3	Sitio 6	Sitio 7	Sitio 9	E
Acalypha sel	0	0	0	0	3
Ageratum co	0	16	0	0	1
Ageratum ga	0	6	0	10	1
Blechum sp	0	0	0	25	2
Carex polyst	0	0	8	0	8
Chamaecrist	0	0	0	15	1
Chromolaena	0	0	6	0	6
Corchorus s	4	0	2	0	6
Cordia glob	0	0	4	0	4
Courtesia ca	0	13	0	0	1
Cyperus eleg	4	0	19	17	4
Cyperus her	10	10	6	19	45
Cyperus rotu	10	0	0	0	10
Dalbergia gla	0	0	2	0	2
Elytraria bron	0	5	0	0	5
Eupatorium a	0	0	3	0	3
Evolvulus sp	0	0	0	10	10
Hyptis pectin	0	0	61	0	61
Hyptis spige	0	0	50	0	50
Ipomoea sp	0	0	0	3	3
Jacquemonti	0	0	11	0	11
Lippia grave	0	8	0	0	8
Lippia sp	0	3	0	0	3
Malachra fas	0	0	27	15	42
Melochia pyr	9	0	0	0	9
Mikania micra	0	3	0	0	3
Mimosa affini	0	7	0	0	7
Mimosa albid	0	8	0	0	8
Mimosa pigra	7	4	0	0	11
Panicum hirs	15	12	35	0	62
Panicum rigid	4	0	0	0	4
Piriqueta cist	0	0	2	0	2
Senna sp	0	0	0	4	4
Wateria ame	15	6	0	0	21

PASO 5.

Para el análisis, debe haberse seleccionado previamente las celdas que integran el análisis, en este caso, todas las filas y todas las columnas. La gráfica se obtiene seleccionando la opción "Graph" del resultado del análisis.



Sustento del análisis de rerefacción.

Para determinar las intensidades de muestreo y representatividad de las comunidades de flora silvestre fueron determinadas en base a los modelos de análisis de acumulación de especies representadas y analizadas bajo el siguiente modelo:

Curvas de acumulación de especies

La diversidad alfa medida únicamente como el número de especies de una comunidad (riqueza específica) es la forma más sencilla de evaluar la diversidad puntual y provee de información suficiente sobre la expresión de procesos ecológicos e históricos. La desventaja de utilizar la riqueza específica como medida de biodiversidad es que el número de especies depende del tamaño de la muestra, es decir, al aumentar el esfuerzo de muestreo, es probable que se detecte un mayor número de especies.

La forma de evaluar la diversidad alfa a partir de inventarios obtenidos con diferente esfuerzo de muestreo es mediante curvas de acumulación. Este tipo de curva la definiríamos como una gráfica del número acumulado de especies en función de alguna medida del esfuerzo aplicado para obtener esa muestra (Hayek y Buzas, 1997). Existen diversos modelos matemáticos que pueden ajustarse para describir las curvas de acumulación y extrapolar su tendencia. Estos modelos pueden ser asintóticos si la probabilidad de añadir nuevas especies a la lista eventualmente alcanza cero, o no asintóticos si esta probabilidad nunca alcanza cero (Soberón y Llorente, 1993).

Ecuación de Clench:

$$E(S) = ax / 1 + bx$$

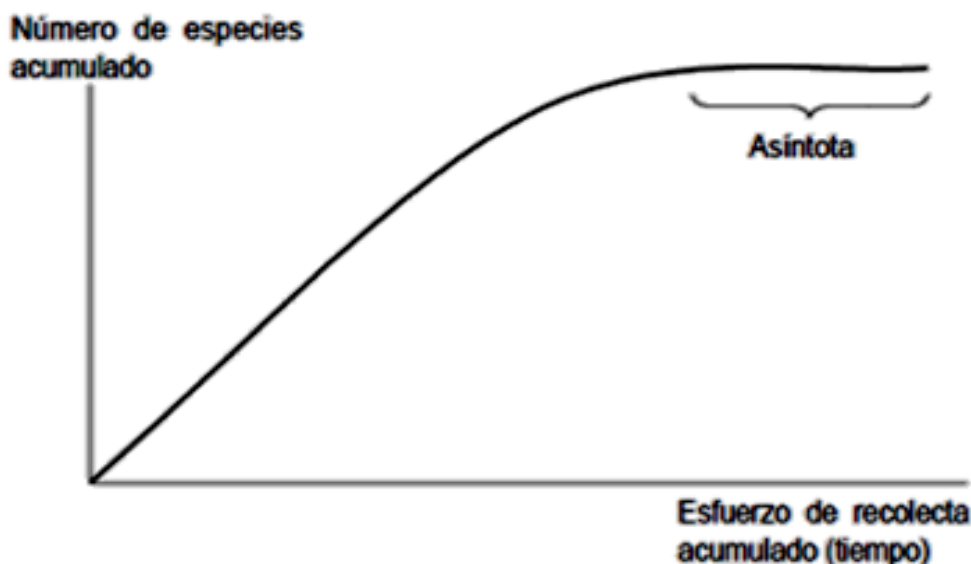
Según este modelo, la probabilidad de encontrar una nueva especie aumentará (hasta un máximo) conforme más tiempo se pase en el campo, es decir, la probabilidad de añadir especies nuevas eventualmente disminuye, pero la experiencia en el campo aumenta (Soberón y Llorente, 1993).

Soberón y Llorente (1993) predicen la riqueza total de un sitio como el valor del número de especies al cual una curva de acumulación de especies alcanza la asíntota. Para los modelos de dependencia lineal y de Clench dicha asíntota se calcula como la relación a/b . Por esta razón estos modelos, se consideran asintóticos, a diferencia del modelo logarítmico que es no-asintótico. Con el modelo exponencial en ocasiones la asíntota tiene un valor menor que el número de especies registrado. En cualquiera de estos modelos el orden en el que las muestras son añadidas al total puede afectar la forma de la curva. Para eliminar esta arbitrariedad se recomienda aleatorizar el orden del muestreo (Colwell y Coddington, 1994; Moreno y Halffter, 2001). Estas funciones de acumulación de especies, basadas en un modelo adecuado de los métodos de colecta, permiten la predicción de la riqueza específica (máxima o para un esfuerzo de muestreo definido), tomando en cuenta que una muestra sesgada tanto temporal como espacialmente no es útil para la extrapolación, por lo

que dicha extrapolación sólo será válida para las condiciones temporales y espaciales de la muestra.

Este modelo de acumulación permite:

- Estimar el número de especies que potencialmente capturables con cierto método en un área.
- Evaluar que tan completos han sido los inventarios en registrar todas las especies esperables
- Comparar la riqueza específica entre inventarios realizados con diferente esfuerzo de muestreo.
- Estimar el esfuerzo mínimo requerido para registrar un porcentaje deseado del número total de especies potenciales en un área y con ello establecer normas generales para áreas equivalentes que permitan ahorrar tiempo y costos.



Gráfica 2.1 Curva de acumulación de especies. El número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el trabajo de campo, hasta un máximo donde se piensa que ya se ha registrado todas las especies (asíntota) (Tomado de Escalante-Espinosa, 2003).

Como el número de especies aumenta con el tamaño de la muestra, tradicionalmente se ha considerado que, para poder hacer comparaciones entre valores de riqueza, se debían comparar idénticos tamaños muestrales (es decir, igual número de individuos), (Magurran, 1988).

Como muchas veces es imposible contar con este requisito, la rarefacción se impuso como un método ampliamente utilizado. Esta técnica, desarrollada por Sanders (1968) y corregida posteriormente por Hulbert (1971), calcula el número de especies esperadas en el caso de que todas las muestras posean el mismo número de individuos capturados.

La curva de Coleman es otra manera matemáticamente distinta, pero similar en los resultados a la fórmula probabilística de Hulbert, para rarificar (Coleman, 1981; Gray, 2002).

Tal como los índices de diversidad, la rarefacción parte de dos presunciones básicas: Por una parte, asume que los individuos se distribuyen al azar en el ecosistema y que las colectas son muestras aleatorias de esos individuos (Hulbert, 1971; Gray, 2002).

Para justificar el número de sitios de muestreo realizados, teniendo en cuenta el porcentaje de error y el grado de confiabilidad apropiados al objetivo que se persigue, dentro de los sitios de muestreo, se presenta en resumen las gráficas siguientes, el eje Y es definido por el número de especies acumuladas y el eje X por el número de sitios de muestreo. También se utilizan estimadores no paramétricos, para estimar el número total de especies existentes en cada localidad, en el supuesto teórico de que el esfuerzo de colecta realizado en ella fuera el máximo. Con esta finalidad se consideran las especies raras (singletons y doubletons), definidas para efecto del análisis como aquellas especies que solo cuentan con uno o dos individuos en todo el inventario.

Para considerar a un individuo como parte del estrato arbóreo (árboles maduros) los individuos enraizados con las características de una altura de fuste igual o mayor a 2 metros y diámetro mayor de 05 centímetros. Los individuos con DAP menor de 05 centímetros y tronco con altura de fuste menor a 2 metros se consideraron como juveniles o pre-adultos. El DAP se registró mediante el uso de una cinta diamétrica, la cual arroja en forma directa el diámetro del árbol en lugar del perímetro.

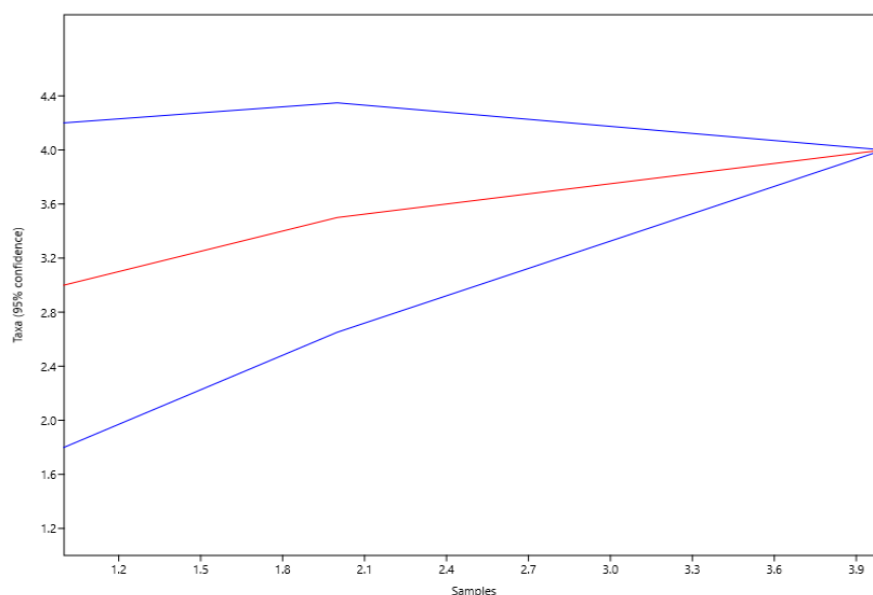
Como parte del estrato arbustivo se consideró a aquellos individuos que presentaron un DAP menor a 4 cm y una altura mayor de 50 cm. Los datos registrados cuadrantes fueron: altura, cobertura (calculada a partir del diámetro mayor de la copa -D1- y el diámetro perpendicular a este -D2- y el diámetro a la altura del pecho -DAP-), su forma de vida (arbusto, etc.).

La identificación taxonómica de las especies se realizó en campo; en los casos de plantas cuyo valor taxonómico estuvo en duda o no pudo ser identificado en campo, se les asignó una clave, se tomó una fracción representativa y fue identificada posteriormente por comparación con las muestras almacenadas en herbarios de la región donde se ubica el proyecto.

Como se aprecia en la descripción anterior y como se señala en los puntos posteriores, se registró el punto inicial o de partida el cual se consideró como sitio de muestreo, pero de este punto se realizaron una serie de métodos, diseños y transeptos los cuales nos arrojaron la información suficiente para determinar la riqueza y abundancia de las especies de flora registradas de cada grupo, la cual fue sumada y se consideró como un parcela de muestreo, el cual cumple con el requisito necesario para este estudio.

En la gráfica siguiente, el eje Y es definido por el número de especies acumuladas y el eje X por el número de sitios de muestreo. También se utilizan estimadores no paramétricos, para estimar el número total de especies existentes en cada parcela de muestreo, en el supuesto teórico de que el esfuerzo de colecta realizado en ella fuera el máximo. Con esta finalidad se consideran las especies raras (singletons y doubletons), definidas para efecto del análisis como aquellas especies que solo cuentan con uno o dos individuos en todo el inventario.

Resultados del Análisis de Rarefacción (curva de acumulación) de especies de flora, por este tipo de vegetación del predio en estudio.



Gráfica 2.2 Curva de acumulación de especies de vegetación de desiertos arenosos (VDA)

Con las abundancias del tipo de vegetación obtenidas en los muestreos se puede observar que las curvas de acumulación de especies inician una tendencia hacia la asíntota. Esta característica del gráfico indica que la muestra obtenida mediante la metodología empleada se puede considerar del atributo medido, que en este caso son las comunidades vegetales presentes en el área del proyecto y que el aumento de especies con un aumento del

esfuerzo de muestreo solo aportaría la entrada de especies con registros únicos y de baja abundancia.

En las curvas de acumulación de especies para el tipo de vegetación analizado, se aprecia que la curva real (línea roja) se encuentra cerca de la asíntota y que el crecimiento de las mismas en función de un aumento del número de muestreos estaría siendo condicionado por la aparición de registros de especies poco frecuentes (singletons y doubletons) en cada muestreo, pero sin un aumento exponencial del número de especies que potencialmente podrían encontrarse, con lo cual se puede afirmar que en materia de inventario faunístico, la muestra (cantidad de muestreos en relación a la diversidad biológica de los tipos de vegetación) es representativa. En general para el tipo de vegetación del predio en estudio, se estimó una muestra aleatoria de tamaño n , considerando la varianza máxima del número de especies presentes en el sitio, densidad o número total de individuos en el sitio, así como las variables estructurales de las especies encontradas en el sitio (altura, diámetro de la base de la especie, y diámetro de copa). El parámetro de dispersión fue estimado a partir de la aplicación de una submuestra.

Dado que las características de la comunidad vegetal muestran que se trata de comunidades semiáridas (arbóreas y arbustivas) con relativamente buena riqueza específica y diversas en sus características estructurales, se decidió estimar el tamaño de muestra con base en el diseño completamente aleatorio. Esta relativa homogeneidad en los ecosistemas de esta región es notable, ya que no hay mucha variación tanto en los números de individuos como en sus características físicas como alturas, diámetros, etc. Lo cual permite aplicar el procedimiento de cálculo de muestra a través del procedimiento completamente al aleatorio, de otra manera se aplicaría algún otro método, como estratificación por tipos de comunidad, por ejemplo. Así mismo la representatividad del muestreo con fines de inventario florístico, se comprobó mediante la aplicación de la curva de acumulación de especies descrita anteriormente, la cual se utiliza para estimar el número de especies esperadas a partir de un muestreo, permitiendo observar cómo el número de especies se va acumulando en función del número acumulado de muestras (esfuerzo de muestreo empleado). De esta manera, cuando se alcanza la asíntota de especies acumuladas, se considera que la muestra es representativa del atributo medido, es decir que el número de sitios muestreados en el predio en estudio, lo que nos permitió lograr un inventario bastante completo y altamente fiable.

2.18. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo.

a) Estimación del valor económico de los recursos biológicos por especie, sean estos maderables o no maderables (ver artículo 7 fracción XLVI)

La LGDFS en su artículo 7, fracción XLVI define a los recursos biológicos forestales como aquellas que comprende, las especies y variedades de plantas, hongos y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquéllas para la investigación.

Como es bien sabido, la actividad económica no reconoce de manera explícita el valor de uso de los recursos biológicos y de los servicios que proveen, provocando frecuentemente el agotamiento, la degradación y la cancelación de los usos presentes y futuros de dichos recursos.

Es por ello que el ejercicio de la valoración de los recursos naturales y la biodiversidad no puede abarcar a todo recurso y a todo posible uso. Sin embargo, debe poder abarcar los ecosistemas más importantes y las especies críticas que éstos poseen, para la conservación del recurso y sus usos sostenibles. Hay que hacer notar que el instrumento de valoración económica de los recursos biológicos forestales presenta aún diversos problemas en su desarrollo conceptual y metodológico, por lo que algunos autores dudan de su efectividad y utilidad.

Para la valoración económica de los recursos biológicos forestales, generalmente se ha aceptado una clasificación de acuerdo con el beneficio que aportan a la sociedad. Existen algunas variantes de esta clasificación, pero todas introducen el valor de uso de los recursos naturales y la biodiversidad. Los valores de uso a su vez se dividen en valor de uso directo, de uso indirecto y valor de opción. El valor de uso directo es el más accesible en su concepción, debido a que se reconoce de manera inmediata a través del consumo del recurso biológico (alimentos, producción de madera; la explotación pesquera; la obtención de carne, pieles y otros productos animales y vegetales; la recolección de leña, y el pastoreo del ganado, entre otras) o de su recepción por los individuos (ecoturismo, actividades recreativas).

El valor de uso indirecto se refiere a los beneficios que recibe la sociedad a través de los servicios ambientales de los ecosistemas y de las funciones del hábitat. Algunos ejemplos son los servicios proporcionados por los bosques como la protección contra la erosión, la regeneración de suelos, la recarga de acuíferos, el control de inundaciones, el ciclaje de nutrientes, la protección de costas, la captación y el almacenamiento de carbono, el autosostenimiento del sistema biológico, entre otros. A diferencia del valor de uso directo, el indirecto generalmente no requiere del acceso físico del usuario al recurso natural, pero sí de la existencia física del recurso en buenas condiciones.

Las formas de valoración económica son dependientes de indicadores físicos y biológicos relativos a los recursos, que permiten hacer las correspondientes modelaciones para derivar los valores asociados. La información física y biológica requerida frecuentemente no existe, o es insuficiente y fragmentada, o poco confiable. En otros casos existen indicadores cuantitativos relativos a otros usos.

Considerando el tipo de vegetación a afectar, los únicos productos que se obtienen de los recursos biológicos son principalmente leña, pastizal forrajero y en bajo proporción, venta de individuos completos de cactáceas, sin dejar de mencionar que no existen costos establecidos para la zona y menos para aquellos recursos biológicos forestales, por ello, los siguientes cálculos para dichos recursos forestales se basan en comparaciones estadísticas de los trabajos de la Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos. No se omite mencionar que referente a la estimación de los costos de fauna, éstos están enfocados solo

hacia la pérdida de hábitat debido a que el proyecto no se trata de un aprovechamiento cinegético, por lo que la única actividad que tiene un impacto directo hacia la fauna es la pérdida de cubierta vegetal en donde existe el desplazamiento temporal de las especies faunísticas.

Para estimar económicamente los recursos biológicos forestales del área se deben tener indicadores cuantificados que estén determinados por los procedimientos normales del mercado de la economía, los cuales no existen para la zona y menos para aquellos recursos biológicos forestales que no han sido planificados con un fin de aprovechamiento, como es el presente caso. Para efecto de la estimación del valor económico del volumen de la madera que será afectado por el cambio de uso del suelo, fueron considerados únicamente aquellas especies que realmente tienen potencial para ser aprovechadas con fines maderables, y lo cual no es de todo factible, pues existen limitantes principalmente relacionadas con su comercialización, así como la inviabilidad de la extracción de las materias primas forestales en el proyecto. De hecho, la población local no realiza un uso de la vegetación forestal con fines maderables, lo que se evidencia que la perturbación existente es originada principalmente por los desmontes para la apertura de zonas a campos pecuarios y urbanos.

Una de las políticas del país contempla la importancia de la valoración económica de los bienes y servicios ambientales, incluyendo la referida a los recursos biológicos y su biodiversidad, reconociendo como un aspecto fundamental el Sistema de Cuencas Nacionales que registra el valor económico de los recursos biológicos y su biodiversidad y el valor de su uso, agotamiento o degradación, incorporándolos en los costos y beneficios, en términos de la capacidad futura de la economía y de la sociedad. Para la valoración económica de los recursos biológicos y su diversidad, generalmente se ha aceptado una clasificación de acuerdo con el beneficio que aportan a la sociedad. Existen algunas variantes de esta clasificación, pero todas introducen el valor de uso de los recursos naturales y la biodiversidad, los valores alternos de este uso, los valores para futuras generaciones y los valores referidos a una convicción ética. La clasificación citada en el presente es tomada de Munasinghe M. y E. Lutz (1993), quien reconoce los valores de uso y de no uso. Los valores de uso a su vez se dividen en valor de uso directo, de uso indirecto y valor de opción.

Bajo el escenario anterior, en el presente documento se ha optado por cuantificar económicamente a los siguientes recursos:

- Recursos biológicos forestales maderables
- Recursos biológicos forestales no maderables
 - o Tierra de monte
 - o Otros
- Fauna

- Servicios ambientales (biológicos)
 - o Hidrológicos
 - o Captura de carbono
 - o Biodiversidad

En cada uno de estos componentes evaluados, se describen los aspectos considerados para su evaluación y la metodología para la misma.

Nota: *En los que se incluyen hongos, semillas, hojas, nopal, tallos, frutos, musgo, heno y los demás que vayan incluyéndose (Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2018, DGGFS, SEMARNAT, 2021).

1. Recursos biológicos forestales maderables

Los recursos biológicos forestales maderables son aquellos constituidos por vegetación leñosa susceptibles de aprovechamiento o uso. Para la estimación económica de este recurso, las variables base fueron, el volumen obtenido en la superficie objeto del CUSTF, y el(os) grupo(s) o género(s) al que pertenece, los cuales están en función del tipo de ecosistema y especies a intervenir.

Con la información obtenida en campo se pudo obtener los costos aproximados de la madera según el uso (tabla 2.15).

Tabla 2.15 Precios aproximados de la madera según su uso (estado de Sonora):

Uso principal	\$/m ³ (precio en el mercado local)	Observaciones
Madera en rollo (tablas, vigas, muebles, chapa, escuadría, triplay, durmientes y polines).	\$1,290.08	Se considera el costo \$1,000/m ³ , considerando que aproximadamente se obtienen 5 m ³ de un árbol de 30 m de altura X 100 cm de diámetro a la altura de pecho.
Madera de hojosas (vigas, escuadría, durmientes y carbón).	\$838.84	Se considera el costo \$80/m ³ , considerando que aproximadamente se obtienen 0.8 m ³ de un árbol de 20 m de altura X 100 cm de diámetro a la altura de pecho.
Madera de comunes tropicales (vigas, durmientes, escuadría y triplay).	\$2,571.29	Se considera el costo \$1,500/m ³ , considerando que aproximadamente se obtienen 0.8 m ³ de un árbol de 20 m de altura X 100 cm de diámetro a la altura de pecho.

Uso principal	\$/m ³ (precio en el mercado local)	Observaciones
Leña	\$900.00	Se consideran alrededor de 3 cargas de leña para completar un metro cúbico, a razón de \$300.0/carga.
Postes	\$1600.00	Se estima unos 10 postes/m ³ , a razón de \$160/poste; las piezas oscilan entre los 20 cm de diámetro y 2.0-2.5 m de largo

De manera particular la superficie forestal que se afectará por la extracción del proyecto con su obra (CCI) y que requiere de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se muestra en la tabla 2.16, así como el volumen total de árbol a remover de acuerdo al tipo de vegetación.

Tabla 2.16 Superficie forestal que se afectará por la extracción del proyecto de acuerdo con el tipo de vegetación.

RELACIÓN DE VOLUMEN TOTAL A REMOVER			
PREDIO	TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE (HA)	VOLUMEN TOTAL/ TIPO DE VEG. m ³ V.T.A.
Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial	Vegetación de desiertos arenosos (VDA)	9.00	6.833
	TOTAL	9.00	6.833

Por otro lado, es conviene recordar que el proyecto dentro de la unidad de análisis se ubica en terrenos con vegetación de zonas áridas, con bajos niveles de aprovechamiento forestal comercial o nulos, por lo que los productos que se obtienen de los recursos biológicos son principalmente leña, por lo que se utilizaron los siguientes precios por unidad de volumen (m³). Así, el valor económico inferido total que se da en la tabla 2.17, se considera el conjunto de recursos biológicos forestales, es decir, incluye desde productos no forestales, no maderables, maderables, etc.

Tabla 2.17 Superficie forestal que se afectará por la construcción del proyecto (SE) de acuerdo con el tipo de vegetación y su valor económico.

RELACIÓN DE VOLUMEN TOTAL A REMOVER			
TIPO DE VEGETACIÓN	V.T.A. (m ³) a extraer	Costo promedio (\$)	Valor (miles de pesos)
Vegetación de desiertos arenosos (VDA)	6.833	900.00	6149.7
TOTAL	6.833	900.00	6149.7

Para determinar los costos de los recursos biológicos forestales maderables, se realizó un ensayo a través de entrevistas y consultas con los precios de mercado de los diferentes productos maderables y no maderables en la región de especies maderables. Además de consultas con ejidatarios y comuneros que venden y compran cargas de leña, en la región y tomando los costos de la media nacional del Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2018 (SEMARNAT).

2. Recursos biológicos forestales no maderables

Los recursos biológicos forestales no maderables son aquellos conformados por la parte no leñosa de la vegetación de un ecosistema forestal, y que además son susceptibles de aprovechamiento o uso, incluyendo líquenes, musgos, hongos y resinas, así como los suelos de terrenos forestales y preferentemente forestales. Para realizar la estimación económica de los recursos biológicos forestales no maderables del área sujeta al CUSTF por la construcción de la obra en estudio se estableció la siguiente categoría de acuerdo a la clasificación presentada en el Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2018 y a lo observado en el área del proyecto:

- Tierra de monte y
- Otros

Tierra de monte

Para determinar la cantidad, así como el costo del recurso biológico forestal no maderable tierra de monte, se tomaron como indicadores: la longitud y ancho total de los tramos con vegetación forestal y un espesor de 15 cm.

Por otro lado, dado que para ninguna de las entidades en las que se ubica el proyecto se reportan montos por tonelada, la estimación se hizo considerando el Precio Medio Nacional. Con ello se procedió a la elaboración de la tabla 2.18 donde se aprecia la cuantificación y el valor económico del recurso suelo dentro de los predios de CUSTF en estudio.

Tabla 2.18 Cuantificación económica del recurso biológico forestal no maderable “Tierra de monte”.

Tipo de Vegetación	Longitud (m)	Superficie (m ²)	Profundidad (m)	Toneladas	Precio medio Nal. (\$/ton)	Costo total (\$)/Ton
Vegetación de desiertos arenosos (VDA)	400 X 225 M	90000.0	0.15	6.00	178.81	1,072.86
Total		90000.0		6.00		1,072.86

De tal forma que el monto para el recurso biológico forestal no maderable “Tierra de monte” se estimó en \$ 1,072.86 (mil setenta y dos pesos 22/100 M.N.).

Otros

Para el producto biológico forestal no maderable definido como “Otros”, la cuantificación se hizo considerando la presencia de los recursos que lo conforman observados a lo largo y ancho del predio en estudio del transecto del predio sujeto a CUSTF.

Al igual que para el recurso tierra de monte, en las entidades donde se ubica el proyecto, en el Anuario Estadístico de la Producción Forestal (2018) no se reportan montos unitarios, por lo que, a manera de estimar un valor económico, se considerará el precio medio nacional, (tabla 2.19).

Tabla 2.19 Valoración económica del recurso biológico forestal no maderable “Otros”

Recurso	Cantidad afectada (ton/ha)	Superficie sujeta a CUSTF (ha)	Cantidad total a intervenir (ton)	Precio Unitario (\$/Ton)	Total (\$)
Otros	0.4	9.0	3.6	\$3,500.0	\$12,600.0

De esta forma se calculó un monto total de \$ 12,600.00 (doce mil seiscientos pesos 00/100 M.N.), para el recurso forestal no maderable clasificado como Otros.

En total del transecto de los predios de CUSTF, los recursos biológicos forestales no maderables (Tierra de Monte y Otros), representan un beneficio económico por uso indirecto de **\$ 13,672.86** (trece mil seiscientos setenta y dos pesos 86/100 M.N.).

3. Valoración económica de los recursos biológicos forestal de Fauna silvestre

Establecer o determinar costos para el recurso biológicos forestal de Fauna silvestre resulta sumamente complicado dado que no existen mercados para ello. La valoración no se refiere a la asignación de un monto económico de un ejemplar como tal, sino que involucra la valoración de los beneficios que éste representa dentro del ecosistema, esto es, las especies faunísticas contribuyen en gran medida a la conservación y preservación de los ecosistemas al fungir como agentes dispersores de germoplasma vegetal, favorecen los procesos de polinización, fungen como agentes de control biológico de plagas, por señalar algunas.

En este sentido, para el presente documento, la valoración de la fauna se hará en función de los servicios ambientales que brindan dentro del ecosistema y que pudieran verse alterados, modificados o mermados por la ejecución del CUSTF, estos se describen a continuación.

Dispersión de semillas: Los frugívoros son los encargados de alejar de la planta madre a las semillas, de esta manera favorecen su dispersión, evitan que los depredadores las

encuentren fácilmente, por lo tanto, reducen la mortalidad de las semillas. Al mismo tiempo aumentan la supervivencia de las plántulas, al disminuir el consumo por depredación, patógenos, hongos, herbívoros y competidores, que pudiera encontrar la plántula debajo de la planta madre. Al mover a sitios cercanos individuos con diferente información genética, los dispersores favorecen la diversidad de la población. Tanto mamíferos como aves poseen adaptaciones para dispersar diferentes tipos de semillas.

Se ha estimado que el 90% de los árboles tropicales son dispersados por estos animales. No obstante que los granívoros son depredadores de semillas, también colaboran como dispersores de las plantas. Ya ninguno es 100% eficaz como depredador, un porcentaje de semillas llega a escapar a la depredación y convertirse en planta. La ausencia de dispersores trae como consecuencia la disminución en el reclutamiento de nuevas plántulas, lo que podría poner en peligro la supervivencia de esa población y por lo tanto, la recolonización de áreas desnudas de vegetación.

Las aves y los murciélagos son los principales dispersores de semillas en el área estudiada, debido a su abundancia y a su capacidad de vuelo, que implica un mayor desplazamiento de las semillas de la planta madre. Si los dispersores desaparecen, el mutualismo planta-animal desaparece y con ello todas las funciones que estos aportan, de manera que las especies dependientes tenderán a desaparecer (Moran et al., 2009).

En un bosque de encino Sueco se estimó que 24 azulejos pueden mantener la dispersión de semillas y favorecer el crecimiento de 33 148 plántulas durante 14 años, este servicio tiene un costo por pareja de aves por año de 1 947.14 dólares, calculando en pesos mexicanos al actual tipo de cambio esto representa 22 470.00 pesos. Si consideramos una densidad de plantación de 1 250 árboles por hectárea, el costo por hectárea por pareja de frugívoros sería de **847.34 pesos**. Ahora bien, si se estima el valor económico de esta función para las **9.00 ha** que comprende el predio de CUSTF, el costo del servicio ambiental de la fauna para este rubro sería de **\$ 7,626.06 pesos MN** por pareja. Aparentemente, no todas las plantas que estos frugívoros dispersan son de utilidad evidente para el hombre, sin embargo, debemos estimar que todas juntas aportan oxígeno y secuestran el carbono de la región.

Polinización: Los polinizadores son responsables de la reproducción sexual de más del 80% de las plantas vasculares, incluyendo a muchas especies cultivables (Buchmann y Nabham, 1996). La mayoría de las plantas son polinizadas por insectos, incluyendo casi todas las plantas cultivadas como los cítricos y el melón. La reproducción cruzada tiene consecuencias económicas, ecológicas y evolutivas importantes para las plantas, ya que favorece la diversidad genética y riqueza de la especie, de manera que la polinización contribuye a los servicios que proveen las plantas (Sekercioglu, 2006). La falta de polinizadores representa para las especies más dependientes de la reproducción cruzada, una disminución en la fructificación y en su diversidad. En la zona de estudio, los vertebrados polinizadores más importantes fueron los colibríes y algunos murciélagos, pero su impacto directamente en la economía es mínimo, ya que polinizan principalmente plantas silvestres.

Controladores de plaga: Varios grupos de organismos de insectos, algunas aves y roedores, representan a algunos de los grupos más exitosos sobre la tierra, tanto en diversidad como en número. Debido a estas características, llegan a competir con el hombre por espacio y alimento, y llegan a formar plagas que cada año generan pérdidas importantes a la economía humana. Los daños pueden ser causados en diferentes momentos del proceso productivo: siembra, cosecha, almacenamiento o en el producto ya industrializado. Por esta razón, los insectívoros y carnívoros (aves rapaces, carnívoros especialistas en roedores y aves) juegan un papel muy importante en la economía humana, ya que mantienen bajo control poblacional a estos organismos que, en caso de no existir ellos, el hombre destinaría una cantidad enorme de recursos económicos para su control. Asimismo, muchos roedores o insectos son vectores de enfermedades transmisibles al hombre como el tifo, paludismo y el dengue, que representan problemas de salud pública. Los vertebrados insectívoros y carnívoros de los diferentes grupos (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) complementan su actividad como controladores biológicos, ya que aquellos insectos que no son depredados por un grupo lo hacen otros. Varios estudios han mostrado que, si son removidas algunas especies del sistema, el daño ocasionado por insectos se incrementa (Mols y Visser, 2002).

En un sistema boscoso de Estados Unidos de América Takekawa y Garton estimaron que las aves hacen un trabajo equivalente de 1 820.00 dólares/km², que aplicado a México y tomando el tipo de cambio actual, una sola especie de ave ofrece una función que equivale a \$ 21 730.80 /km² año⁻¹. Esta cantidad representa casi el doble de lo que invierten los cultivadores de cítricos para el control de plagas en el limón (\$ 6,898.00) (SAGARPA).

Ahora, si se incluyen a todos las especies que consumen insectos, puesto que la población de algunas de ellas supera con mucho a las de muchas especies de aves, entonces se tiene que la labor que desempeñan estas especies como controladores de plagas se eleva a **\$16,510.00** por hectárea. Valor que casi triplica el invertido por los productores.

Tomando la superficie del proyecto para las **9.00 ha** que comprende el transecto del predio de CUSTF, entonces se tiene que la función desempeñada por las especies de aves equivale a **\$ 148,590.00**. Esta cantidad podrá parecer exagerada a primera vista, sin embargo, habrá que tomar como ejemplo la cantidad de dinero que el gobierno federal invierte en la lucha contra algunos problemas de salud, como es el caso del dengue o el paludismo. En México, Arredondo-Jiménez et al., (1993) estimaron que el costo de la lucha contra los moscos transmisores del paludismo, a través de un método efectivo usando un insecticida carbamato asciende a \$ 250.05 por casa, en pesos actuales.

Carroñeros: El papel que juega este gremio es poco comprendido por muchas personas, pero los carroñeros son los responsables de reciclar la materia muerta, favorecer el flujo de energía y a su vez limitar la propagación de enfermedades al consumir al vector enfermo. Son organismos con un sistema inmune especializado que es capaz de contrarrestar los efectos de las toxinas de una gran variedad de bacterias, virus y hongos, por ejemplo, el estómago de los zopilotes llega a tener un pH de 1 capaz de matar a esporas resistentes de los microbios. Los zopilotes son muy sensibles a los cambios, sobre todo cuando los organismos que consume son envenenados por tóxicos químicos, ya que el efecto es mayor

en ellos, afectando desde su reproducción hasta su fisiología. Ante la ausencia de estos carroñeros naturales, los cadáveres tardarían más tiempo en ser removidos, el olor desagradable que emiten los cuerpos en descomposición tardaría más tiempo en ser eliminado, lo que probablemente ocasionaría epizootias al tener más tiempo el cadáver de dispersar los microbios.

Asimismo, otros carroñeros como las ratas de ciudad (*Rattus spp.*) o las moscas, se ven beneficiados, con la consecuente amenaza para la salud pública, por ser estos organismos vectores de muchas enfermedades que afectan a los humanos. Desconocemos la cantidad monetaria de estos servicios por carecer de referentes bibliográficos, no obstante, debe ascender a millones de pesos en el área de estudio. La determinación de los costos para la fauna se realizó en dos categorías respectivamente: Control biológico y Dispersión de semillas, la asignación de valores cuantitativos para cada una, de estos términos se realizó conforme a lo señalado en la tabla 2.20.

Tabla 2.20 Valoración del recurso biológico forestal de Fauna silvestre como prestadora de Servicios ambientales

Servicio	Gremio proveedor del servicio	Beneficios	Valor económico (en pesos mexicanos) estimado para toda el área
			Predios de CUSTF
Dispersión de semillas	Frugívoros Granívoros	Regeneración de la Selva, bosque de encino y dunas costeras, matorrales.	7,626.06
Control Biológico	Insectívoros	Control y disminución de poblaciones de insectos vectores de enfermedades a los humanos, cultivos y ganado. Control y disminución de poblaciones de insectos herbívoros, los que llegan a competir con el ganado por alimento.	148,590.00
Total			156,216.06

El valor total señalado hace alusión exclusivamente a la parte de la conservación de la fauna como elemento vivo, sin embargo, debe considerarse un costo adicional en lo que refiere a la prestación de servicios ambientales.

b) Valoración económica de los recursos biológicos forestales de servicios ambientales

1. Hidrológicos

La valoración económica de este servicio ambiental como parte de los usos indirectos de los recursos biológicos forestales considera los montos asignados por la CONAFOR en las reglas de operación del Programa Nacional Forestal 2021 (publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2020) del pago de servicios ambientales. Tal valoración toma como base el precio medio es de **\$ 1,100.0 pesos/ha/año⁻¹**, de esta forma, al considerar que la superficie del predio de CUSTF de la obra del proyecto es de 9.00 ha, se tiene para este servicio ambiental un monto de **\$ 9,900.00 pesos M.N.** al año. En el supuesto de que para obtener en la misma cantidad y calidad este servicio ambiental sería necesario un periodo de 20 años, el valor económico total sería de **\$ 198,000.00 pesos M.N.** (ciento noventa y ocho mil pesos 00/100 M.N.).

2. Captura de carbono

La valoración de éste considera los precios establecidos por la CONAFOR en las reglas de operación del Programa Nacional Forestal 2021 (publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2020) del pago de servicios ambientales, en el cual maneja un costo promedio por hectárea de **\$ 1,100.0 pesos/ha/año⁻¹**, de esta forma, al considerar que la superficie del predio de CUSTF de la obra del proyecto es de 9.00 ha, se tiene para este servicio ambiental un monto de **\$ 9,900.00 pesos M.N.** al año. En el supuesto de que para obtener en la misma cantidad y calidad este servicio ambiental sería necesario un periodo de 20 años, el valor económico total sería de **\$ 198,000.00 pesos M.N.** (ciento noventa y ocho mil pesos 00/100 M.N.).

3. Biodiversidad

Para la valoración de este servicio ambiental se consideraron los costos definidos por la CONAFOR en las reglas de operación del Programa Nacional Forestal 2021 (publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2020) del pago de servicios ambientales, el objetivo es promover la conservación de la biodiversidad (flora y fauna silvestre). El monto asignado por hectárea es de \$ 1,100.0 pesos/ha/año⁻¹, por lo que para el área sujeta al CUSTF:

Para los predios de CUSTF de las obras del proyecto es de **9.0 ha**, se tiene para este servicio ambiental un monto de **\$ 9,900.00 pesos M.N.** al año. En el supuesto de que para obtener en la misma cantidad y calidad este servicio ambiental sería necesario un periodo de 20 años, el valor económico total sería de **\$ 198,000.00 pesos M.N.** (ciento noventa y ocho mil pesos 00/100 M.N.). Tabla 2.21.

Tabla 2.21 Valoración económica de los recursos biológicos forestales a intervenir por el CUSTF.

Recursos biológicos forestales		Valor estimado (\$)	Valor estimado (\$)
		Predio de CUSTF	Predio de CUSTF
Maderables		6.833 m ³ vta	6,149.70
No maderables	Tierra de monte	6.0 ton	1,072.86
	Otros	3.6 ton	12,600.00
Fauna		9.00 ha	156,216.06
Servicios ambientales	Hidrológicos	9.00 ha	198,000.00
	Captura de carbono	9.00 ha	198,000.00
	Conservación de la Biodiversidad	9.00 ha	198,000.00
Total			770,038.62

La estimación económica para los recursos biológicos forestales localizados en los terrenos que serán intervenidos por el CUSTF arroja un monto total de \$ 770,038.62 MN. (setecientos setenta mil treinta ocho pesos 62/100 M.N.).

Es importante aclarar que la información de los servicios ambientales está basada en los costos de pagos de la CONAFOR en las reglas de operación del Programa Nacional Forestal 2021 (publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2020) del pago de servicios ambientales, y los valores de las materias primas forestales, están basados con los precios del Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2018 (SEMARNAT-2021), mismos que se señalan en su apartado correspondiente.

c) Otra manera de estimación del valor económico de los recursos biológicos por especie, sean estos maderables o no maderables

VALOR DEL USO DIRECTO

Metodología:

Para estimar económicamente los recursos biológicos forestales del área se deben tener indicadores cuantificados que estén determinados por los procedimientos normales del mercado de la economía, los cuales no existen para la zona y menos para aquellos recursos biológicos forestales que no han sido planificados con un fin de aprovechamiento, como es el presente caso. Sin embargo, se ha hecho un intento de calcular económicamente dichos recursos con base en comparaciones estadísticas de los trabajos de la Dirección General Forestal.

Para la valoración económica de los recursos biológicos y su diversidad, generalmente se ha aceptado una clasificación de acuerdo con el beneficio que aportan a la sociedad. Existen algunas variantes de esta clasificación, pero todas introducen el valor de uso de los recursos naturales y la biodiversidad, los valores alternos de este uso, los valores para futuras generaciones y los valores referidos a una convicción ética.

El **valor de uso directo** es el más accesible en su concepción, debido a que se reconoce de manera inmediata a través del consumo del recurso biológico (alimentos, producción de madera; la explotación pesquera; la obtención de carne, pieles y otros productos animales y vegetales; la recolección de leña, y el pastoreo del ganado, entre otras). Sin embargo, los recursos naturales presentes en el área del proyecto si tienen un valor ecológico ambiental, siendo el potencial del suelo para producir especies vegetales que soportan la cadena alimenticia de los sistemas naturales. Por otra parte, una cubierta vegetal sana y densa protege al suelo de los procesos de erosión acelerada, dándole estabilidad y una vez que se deposita materia orgánica de las estructuras vegetales al suelo, este va incrementando su capacidad productiva y de infiltración del agua de lluvia, siendo estos los procesos fundamentales de los ecosistemas.

Para la realización de este apartado se realizó la estimación económica por el uso directo (usos extractivos) de los recursos biológicos forestales y faunísticos en la Región donde se ubica el proyecto; esto se realizó de acuerdo a los resultados de entrevistas hechas a los pobladores, a los precios en mercados de la Región y a la consulta de tabuladores del Instituto de Administración y Avalúos de Bienes Nacionales para el estado de Sonora.

Con el fin de calcular los costos de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo, se llevaron a cabo entrevistas con los pobladores del área de estudio, en donde se utilizó la metodología de entrevistas directas con las cuales se obtenía la siguiente información:

- a) Estado
- b) Localidad.
- c) Usos tradicionales de la vegetación de la región.
- d) Plantas de uso medicinal.
- e) Plantas de uso maderable.
- f) Plantas para la construcción y cercado del predio.
- g) Tiempo aproximado de colecta
- h) Costo aproximado en la región por cada uso
- i) Otros.

Con la información obtenida en campo se pudo obtener los costos aproximados de la madera y otros elementos según el uso. Es conviene recordar que el proyecto en estudio sustenta terrenos con vegetación forestal (zonas áridas), por lo que los productos que se obtienen de los recursos biológicos son principalmente leña, y en una baja pos pastizal forrajero, por lo que se utilizaron los siguientes precios por unidad de volumen (m³).

Resultados:

Con base en las encuestas e investigación bibliográfica se pudieron obtener los siguientes datos (tabla 2.22).

Tabla 2.22 Precios aproximados generales de las materias primas según su uso:

No	Uso principal	\$/m ³ , \$/kg o \$/paca, (precio en el mercado local)	Observaciones
1	Individuos completos (especies de cactáceas)	\$120.00	En este caso se considera individuos y no como metro cúbico debido a que no es posible cubicarlos; sin embargo, para dar una cantidad del costo se calcula la cantidad de individuos por metro cuadrado que se pueden localizar de una especie, que en este caso oscilaban de 1 a 2 organismos/m ²
2	Pastizal forrajero	\$250.00	Se considera el costo aproximado de 30 kilos para completar el metro cúbico, a razón de un promedio de \$250/paca.
3	Leña	\$160.00	Se consideran alrededor de 4 cargas de leña para completar un metro cúbico, a razón de \$40.00/carga.
4	Postes	\$200.00	Se estima 10 postes/m ³ , a razón de \$20/poste; las piezas oscilan entre los 20 cm de diámetro y 2.0-2.5 m de largo
5	Medicinal (semillas de acacias, etc.)	\$250.00	Se estima el costo por kilogramo, en razón de 250.00/kg.
6	Pérdida de cubierta vegetal (captación de agua, pérdida de suelo, etc).	\$12,500.00	En este caso se considera la hectárea de cubierta vegetal, tomando los valores emitidos por la propia SEMARNAT a través de la CONAFOR, así como los costos promedios de restauración ecológica.
7	Pérdida de suelo (erosión)	\$10,500.00	

No	Uso principal	\$/m ³ , \$/kg o \$/paca, (precio en el mercado local)	Observaciones
8	Pérdida de hábitat para especies de fauna	\$25,000.00	Este costo es el que las personas están dispuestas a pagar (hectárea) para conservar el hábitat de la especies de fauna, tomando en consideración que las áreas a afectar ya no existe especies de fauna mayor que son indicativos de la conservación.
9	Pérdida de hábitat para especies de flora	\$25,000.00	Este costo es el que las personas están dispuestas a pagar para conservar el hábitat (hectárea) de los ecosistemas, tomando en consideración que las áreas a afectar están totalmente alteradas por las acciones antropogénicas.
10	Impacto visual (contaminación visual)	\$35,000.00	Este costo es el que las personas están dispuestas a pagar para conservar el hábitat (hectárea) de los ecosistemas, sin alterar el aspecto visual de la zona.
TOTAL	\$ 108,980.00		

Considerando los precios arriba mencionados y teniendo en cuenta que el uso de las materias primas difiere para la comunidad vegetal presente en el área del proyecto, en la tabla 2.23 se presenta una estimación económica de los recursos biológicos por esta comunidad vegetal, no sin dejar de considerar el precio máximo para cada una de dicha comunidad vegetal.

Tabla 2.23 Con la superficie forestal que se afectará por la construcción del proyecto de acuerdo con el tipo de vegetación y su valor económico.

Total de producción maderable	Superficie (ha)	Costo promedio	Valor (miles de pesos) \$
Vegetación de desiertos arenosos	9.0	\$108,980.00	\$980,820.00
TOTAL	9.0	\$108,980.00	\$980,820.00

Nota: Para el caso de la comunidad vegetal se considera el total del costo debido a que en cierto grado presentan servicios ambientales, aunque su estado de conservación es bajo; sin embargo, con la finalidad de dar elementos se calcula como si esta comunidad brindara todos los servicios ambientales descritos con anterioridad; el resultado total es producto de la multiplicación de los metros cúbicos afectados por el costo del servicio (sumatoria de los valores de la fila 1 a la 5). En el caso del cálculo de los servicios ambientales descritos de las filas 8 a la 11 (sumatoria de los costos), estas resultan de la multiplicación de la superficie afectada (ha) debido a que los costos están referidos por hectárea y no por individuos o m³.

VALOR DEL USO INDIRECTO

El valor de uso indirecto se refiere a los beneficios que recibe la sociedad a través de los servicios ambientales de los ecosistemas y de las funciones del hábitat. Algunos ejemplos son los servicios proporcionados por los matorrales como la protección contra la erosión, la regeneración de suelos, la recarga de acuíferos, el control de inundaciones, el ciclaje de nutrientes, la protección de costas, la captación y el almacenamiento de carbono, el autosostenimiento del sistema biológico, entre otros. Como ecosistema, la vegetación de zonas áridas y pastizales ofrece recursos y servicios ambientales a la sociedad. De acuerdo con Perrings et al. (1995), estos recursos y servicios se pueden clasificar en:

- Regulatorios (por ejemplo, control de la erosión)
- De producción (madera)
- De medio (autoconservación) y
- De información (investigación científica)

Son los servicios regulatorios los que generalmente generan valores de uso indirecto, en apoyo y protección a diversas actividades económicas que se desarrollan dentro o fuera del ecosistema, pero dependientes del funcionamiento del mismo (como la regeneración de suelos). En ese sentido es fundamental preservar las funciones ecológicas de la selva, matorral y bosque para conservar su integridad como ecosistema, sin que ello impida que pueda lograrse un equilibrio entre la preservación y el uso directo sostenible de sus recursos. Es así que el mantener una cubierta de vegetación forestal en el suelo, trae

consigo un sin número de beneficios económicos. A continuación, se estimará el valor de uso de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo.

De acuerdo con Ferber et al., (2002), la valoración de los ecosistemas representa un proceso de expresar un valor para el ecosistema, bienes o servicios (es decir, la biodiversidad, la protección contra las inundaciones, oportunidades recreativas, entre otras). En este sentido una aproximación al valor económico de los servicios ambientales es la que proporciona Costanza y colaboradores (1997), quienes afirman que los servicios ambientales de los sistemas ecológicos y la base del capital natural que producen son críticos en el funcionamiento del soporte de vida global. Estos servicios contribuyen al bienestar humano. De este trabajo se presenta la tabla 2.24, considerando el bioma de la zona de CUSTF:

Tabla 2.24 Estimación económica del uso indirecto de los recursos biológicos forestales afectados por la implementación del proyecto.

Concepto	Valor (\$)/ha/año*	Unidad de medida	Cantidad (ha)	Valor total (\$)/Año
Regulación de gases	91.83	\$/ha/Año	9.0	826.47
Regulación hidrológica	39.35	\$/ha/Año	9.0	354.15
Control de la Erosión	380.44	\$/ha/Año	9.0	3,423.96
Formación de Suelos	13.12	\$/ha/Año	9.0	118.08
Asimilación de Residuos	1,141.33	\$/ha/Año	9.0	10,271.97
Polinización	327.97	\$/ha/Año	9.0	2,951.73
Control biológico	301.73	\$/ha/Año	9.0	2,715.57
Producción de Alimentos	878.95	\$/ha/Año	9.0	7,910.55
Recreación	26.23	\$/ha/Año	9.0	236.07
TOTAL	3,200.98	\$/ha/Año	9.0	28,808.82

Adaptado de: Costanza et.al. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature. Vol 387. 253-260 p.

Considerando el valor económico de los servicios ambientales que proporciona un ecosistema y tierras de agostadero, el valor económico de todos ellos en el área afectada por el predio de CUSTF del proyecto es de \$ 28,808.82 (veinte ocho mil ochocientos ocho pesos 82/100. M.N.) por año. Recalcando que los estudios realizados por Costanza y colaboradores son aproximaciones realizadas a nivel de bioma, y que en éstos existe una amplia diversidad de comunidades vegetales y animales, con su inherente productividad, capacidad de asimilación, resistencia y resiliencia. En este sentido se aclara, que los datos que se puntualizan en la tabla anterior pueden ser tomados como indicativos del gran valor económico de las áreas naturales y que, actualmente, no es considerado en los planes y programas de desarrollo.

2.19. Operación y Mantenimiento

Operación.

Es el proceso de generación de energía, con fines de suministro, para satisfacer con calidad, confiabilidad y continuidad el servicio público que la CFE le proporciona a la población. Los motogeneradores operarán para respaldar el Sistema Eléctrico Baja California. Dicha operación debe obedecer las políticas de despacho que dicte el Centro Nacional de Control de Energía para satisfacer la demanda de energía.

El principio una central de combustión interna aprovecha la expansión de los gases de combustión para obtener energía mecánica y ésta, a su vez, es transformada en energía eléctrica en el generador. Figura 2.26

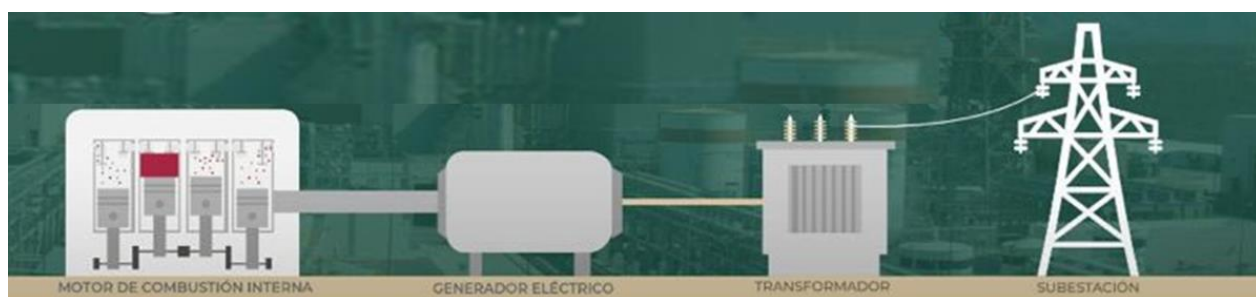


Figura 2.26 Diagrama general de funcionamiento de una central de combustión interna

Operación de los motogeneradores

El funcionamiento del motor de combustión interna es similar en algunos aspectos al de la máquina de vapor: un pistón situado en un cilindro se expande y contrae ejerciendo una fuerza. El combustible introducido dentro del cilindro al que a continuación se prende fuego, al estar sometido a presión, el combustible no arde normalmente, sino que estalla. Esta explosión empuja el pistón hacia afuera, ejerciendo un trabajo. Posteriormente, entra nuevo combustible en el cilindro y se vuelve a comprimir para empezar de nuevo el ciclo.

La relación que existe entre los mecanismos en conjunto con la reacción química y el ciclo térmico de Otto, son los factores que conllevan a la transformación de la energía química en energía mecánica. La mezcla aire combustible reacciona con la chispa generando un movimiento rectilíneo en el pistón, que es transformado en un movimiento circular en el cigüeñal.

El ciclo teórico de Otto consta de cuatro tiempos (admisión, compresión, expansión y escape) y el proceso se inicia con la mezcla homogénea de aire combustible que ingresa ya sea por el carburador, o el cuerpo de aceleración. La mezcla obtenida se inicia por un sistema de encendido eléctrico generador por la bujía, el cual se realiza de forma temporizada o controlada, el cual se describe a continuación, figura 2.27 y 2.28:

1. Admisión: el pistón se encuentra en el punto muerto superior, la válvula de admisión se abre dejando ingresar la mezcla aire combustible, la cual es aspirada por el pistón que va en movimiento descendente hasta punto muerto inferior.
2. Compresión: el pistón asciende comprimiendo la mezcla; las válvulas permanecen cerradas. En el punto muerto superior, salta la chispa de la bujía, iniciando la mezcla aire combustible a un volumen constante.
3. Expansión: el aumento de la presión genera un aumento de la temperatura que empuja el pistón hacia abajo transmitiéndose de la biela al cigüeñal una gran fuerza que se emplea para realizar los otros tres tiempos, las dos válvulas se encuentran cerradas.
4. Escape: en el tiempo de escape, el pistón se encuentra en punto muerto inferior, se abre la válvula de escape y el pistón al subir deja salir los gases quemados al exterior por la tubería de escape, comenzando nuevamente el ciclo.

El conjunto de las operaciones (admisión, compresión, expansión y escape) se denomina ciclo de cuatro tiempos (figura 2.29). Cada tiempo del motor corresponde a media vuelta, cuatro medias vueltas equivalen a dos vueltas de cigüeñal.

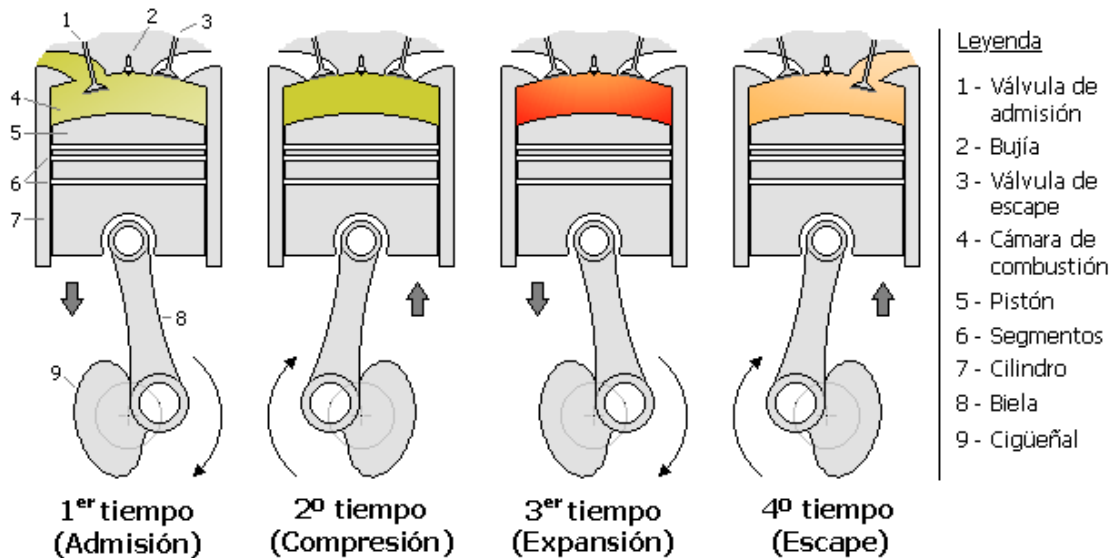


Figura 2.27 Ciclo teórico de Otto

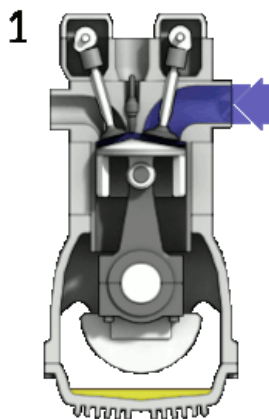


Figura 2.28 Ciclo teórico de Otto

Un sistema de control del motor integrado controla el proceso de combustión individualmente en cada cilindro.

Cada motor cuenta con los siguientes sistemas

- Sistema de admisión de gas combustible
- Sistema de combustible de respaldo
- Sistema de combustible auxiliar
- Sistema de aceite de lubricación
- Sistema de aire de arranque
- Sistema de agua de refrigeración
- Sistema de aire de carga
- Sistema de gases de escape

Funcionamiento con gas natural

Usando gas natural, el motor funciona según el ciclo de Otto con mezcla pobre. En este proceso la mezcla de gas y aire se mezcla con aire antes de las válvulas de admisión durante el periodo de admisión de aire. Tras la fase de compresión, la mezcla de gas y aire se enciende mediante una pequeña cantidad de combustible auxiliar. El combustible auxiliar se presuriza y suministra a los cilindros a través de un pequeño sistema de conducto común. La combustión es rápida y, después de la fase de trabajo, las válvulas de gases de escape se abren y el cilindro se vacía de gases de escape. El aire de admisión pasa a través del turbocompresor y del interenfriador.

Cuando el motor arranca en modo gas, arranca con inyección de combustible auxiliar únicamente, sin admisión de gas. Cuando la combustión se estabiliza en cada cilindro, se activa la admisión de gas.

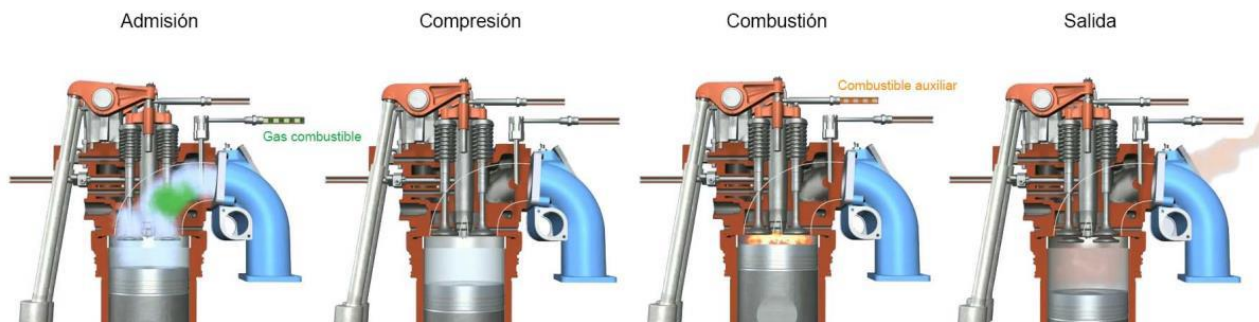


Figura 2.29 El proceso de combustión de cuatro tiempos durante el funcionamiento con gas

Funcionamiento con combustible de respaldo

En modo de funcionamiento con combustible de respaldo, el motor funciona según el proceso de los motores diésel. En este proceso, el combustible líquido se inyecta en el cilindro a alta presión mediante bombas operadas por árbol de levas. El combustible se enciende instantáneamente debido a la elevada temperatura resultante de la compresión. La combustión se realiza bajo presión constante con combustible inyectado en el cilindro durante la combustión. Tras la fase de trabajo, las válvulas de gases de escape se abren y el cilindro se vacía de gases de escape. Figura 2.30



Figura 2.30 El proceso de combustión durante el funcionamiento con combustible de respaldo

El motor presenta un alto grado de integración de funciones, por lo tanto, solo se requiere una cantidad mínima de apoyo de sistemas externos y se minimizan las interconexiones con estos sistemas.

Turbocompresor y sistema de control de la relación de aire-combustible

El motor incorpora una válvula de salida de gases de escape para mantener la relación de aire-combustible correcta. La válvula mantiene la presión de aire en el receptor a un nivel óptimo para obtener la mejor salida de potencia con los requisitos de emisiones.

La válvula de salida de gases de escape desvía los gases de escape hasta después del turbocompresor. La válvula de salida de gases sobrantes funciona como un regulador y

ajusta la relación de aire-combustible al valor correcto independientemente de las condiciones variables del lugar, como temperatura ambiente y humedad.

La válvula de salida de gases sobrantes se acciona con aire comprimido y se regula con el sistema de control del motor. Figura 2.31.

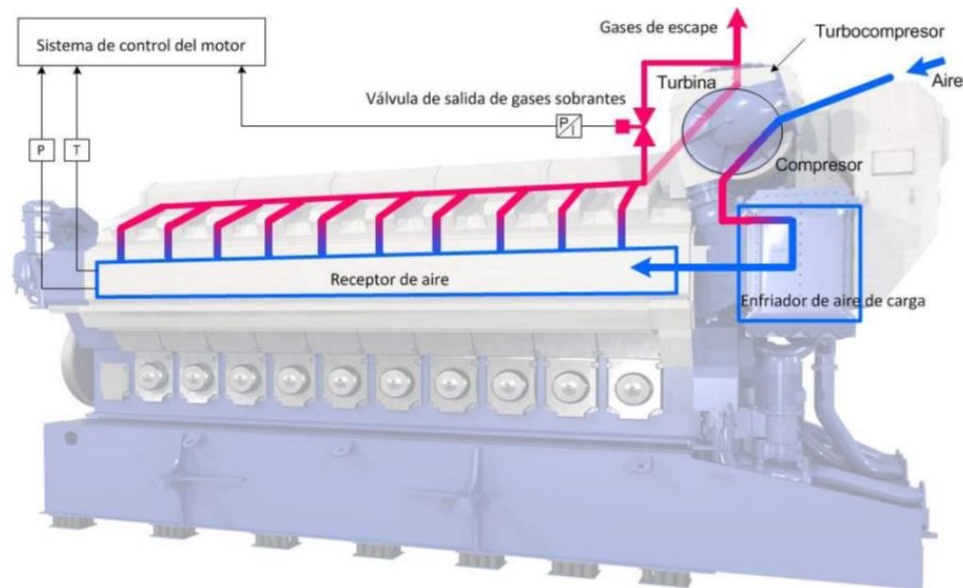


Figura 2.31 Ilustración que muestra el sistema de aire de carga y escape

Automatización del motor

El sistema de automatización del motor es un sistema de gestión completamente integrado, con un sistema de control del motor también integrado para el control electrónico de la inyección de combustible. El sistema de control del motor es un sistema distribuido y basado en un bus que realiza la función de supervisión y control cerca del punto de medición y control. De este modo se simplifica considerablemente el cableado dentro y fuera del motor. Las funciones avanzadas de diagnóstico y control proporcionan un rendimiento extraordinario, y se reduce drásticamente la necesidad de sistemas situados fuera del motor.

Generador

El generador es una máquina rotativa que convierte la energía mecánica en energía eléctrica. Existen varios tipos de generadores: los síncronos y los asíncronos. Ambos generadores se componen de un estator (parte fija) y de un rotor (parte móvil).

El rotor de los generadores síncronos se compone de un imán o electroimán.

Los generadores que se utilizarán en el proyecto son de tipo síncrono, trifásico, sin escobillas y de polo prominente. Figura 2.32

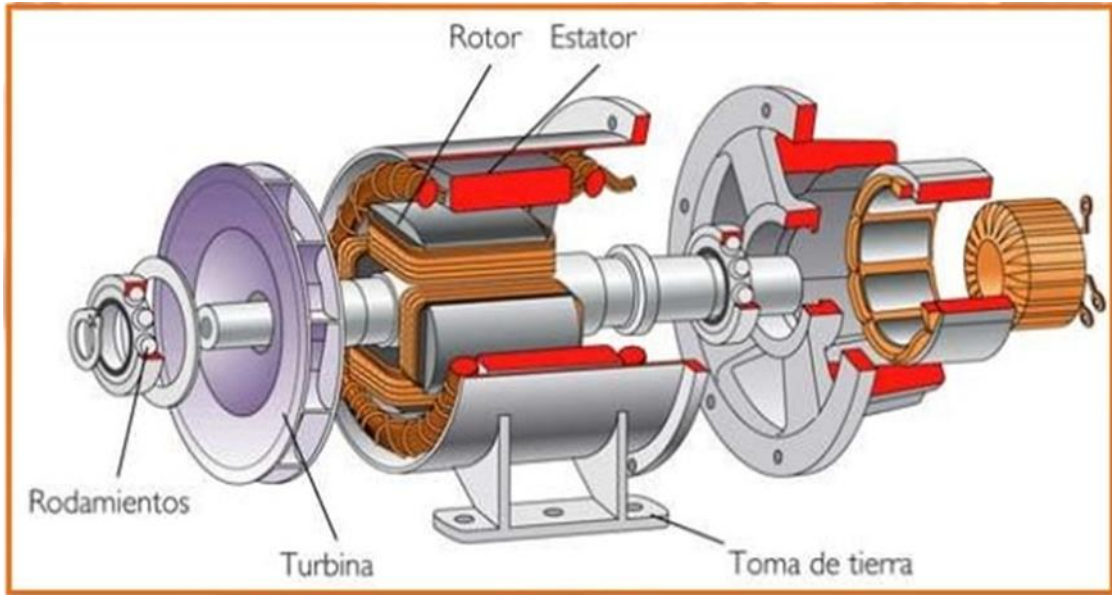


Figura 2.32 Esquema de un generador eléctrico

La velocidad de giro del campo magnético se conoce como velocidad de sincronismo. En el caso del generador síncrono, el motor gira a la misma velocidad que el campo magnético.

En el generador síncrono la turbina mueve el rotor y las terminales del estator producen potencia eléctrica trifásica.

El generador se refrigera por aire. Un ventilador instalado en el eje del generador introduce aire de refrigeración desde la sala de motores, a través de filtros lavables, y lo dirige a través del generador.

Potencia aparente del generador	20199	kVA
Factor de potencia nominal	0.9	
Tensión nominal	13800	V
Corriente nominal (In)	845	A
Rango de ajuste de tensión	±5	%
Frecuencia	60	Hz
Régimen	514	rpm
Corriente continua de cortocircuito	>2,5 x In	
Clase de aislamiento	F	
Aumento de temperatura, estator	F	
Aumento de temperatura, rotor	F	
Método de refrigeración	Refrigerado por aire	
Compartimiento	IP23	

Mantenimiento

Actividad continua, altamente importante, que consiste en realizar:

- a) mantenimiento preventivo,
- b) mantenimiento mayor y
- c) mantenimiento correctivo.

Cada concepto comprende, de manera general, lo siguiente.

- a) Mantenimiento preventivo. Actividad continua que se da en supervisar y corregir presiones, niveles, temperaturas y depósitos de los diferentes equipos que lo requieran para evitar fallas de funcionamiento.
- b) Mantenimiento mayor. Actividad que se da para verificar el buen funcionamiento de los equipos durante el paro de las unidades.
- c) Mantenimiento correctivo. Actividad que consiste principalmente en sustituir componentes o equipos en mal estado.

El mantenimiento de las unidades será ejecutado por personal de CFE.

Para el mantenimiento de algunos equipos, como cámaras de combustión y turbocompresores, se aplica el programa de inspección y mantenimiento recomendado por el fabricante.

Los manuales de operación y mantenimiento se elaborarán expreso para este proyecto e incluirán a todos los equipos e instalaciones, a fin de permitir la operación y mantenimiento correctos durante toda la vida útil del proyecto.

Requerimientos de agua

El agua para consumo humano se abastecerá mediante garrafones de agua.

El sistema de agua vs incendios y servicios contará con un tanque de almacenamiento de 300 m³ de capacidad (similar a los que se muestran en la Figura 2.33) para suministrar agua a las diferentes necesidades de la central, entre ellos, al sistema cerrado de enfriamiento de los motogeneradores. El agua será suministrada por una empresa especializada y autorizada por la autoridad competente.



Figura 2.33 Tanque para agua de 700.m³

En la **Tabla 2.25** se muestran los requerimientos de agua para la etapa de Preparación del Sitio y Construcción.

Tabla 2.25. Requerimientos de agua para la etapa de Preparación de Sitio y Construcción.

Etapa	Recurso Empleado	Volumen, peso o cantidad	Forma de Suministro	Lugar de Obtención	Modo de Empleo
Preparación de sitio y construcción	Agua cruda	700 m ³	Pipas	Fuente autorizada	Riego, limpieza, usos múltiples
	Agua potable	3 l / persona-día	Garrafones	Empresa autorizada	Consumo humano
Operación	Agua Cruda	2.5 m ³ / día	Pipas	Empresa autorizada	Reposición al sistema cerrado de enfriamiento
	Agua potable	3 l / persona-día	Garrafones	Empresa autorizada	Consumo humano

La tubería subterránea de agua estará fabricada en polietileno de alta densidad, con una clasificación de presión de 1 MPa.

Explosivos

En ninguna de las obras y actividades del Proyecto se usarán explosivos.

2.20. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

La vida útil del proyecto se estima de 25 años, a partir del inicio de la operación comercial, y es difícil establecer por anticipado los programas para el desmantelamiento de la infraestructura, ya que en primera instancia se buscará alargar la vida útil de la Central o bien al ser desmantelada, utilizar el predio para alojar instalaciones relacionadas con el sector eléctrico, tales como: almacenes, oficinas, subestación eléctrica, entre otros. En cualquier caso, se respetará el uso de suelo vigente en el momento del desmantelamiento.

En esta etapa, programada para llevarse a cabo en un año (en caso de ser necesario), se seguirán considerando las acciones ambientales:

- Durante la limpieza y acondicionamiento del predio se deberá dejar el terreno libre de escombros y libre de áreas con importantes depresiones topográficas que pudiesen afectar los patrones de escurrimiento superficial, de igual manera se deberán remover tuberías superficiales.
- Dentro de la restitución de suelos se identificarán las áreas que potencialmente se hubieran contaminado durante la operación de la CCI, procediendo con las acciones para retornar a condiciones que permitan la actividad industrial.
- Para cualquiera de las alternativas que se tome, las acciones que se lleven a cabo cumplirán con la normativa ambiental vigente en su momento, disponiendo debidamente los residuos generados y considerando la reutilización de los materiales que sea posible.
- Dado que, en la etapa de abandono, el predio del proyecto tendrá un uso de suelo industrial, se considera inaplicable un programa de restitución de vegetación. En su defecto, lo más recomendable es dejar el terreno en condiciones que permitan las actividades del uso de suelo actual.

2.21. Residuos

En cuanto a los residuos sólidos urbanos, se estima una generación de 51.6 kg/día, durante la Construcción, y 10 kg/día durante la Operación. Estos residuos se dispondrán en el sitio autorizado por el municipio de San Luis Río Colorado.

En cuanto a los residuos peligrosos, su generación corresponderá a estopas y trapos impregnados de aceite; independientemente del volumen en que se genere, su manejo se realizará cumpliendo con la normatividad aplicable en la materia.

Para el servicio sanitario durante el proceso de preparación del sitio y construcción del proyecto se contratará un servicio de letrinas portátiles, a razón de una letrina por cada 20 trabajadores. Una vez en Operación, la Central de Combustión Interna Parque Industrial contará con los servicios sanitarios móviles necesarios para los operadores y vigilantes. En todos los casos, los residuos sanitarios serán recolectados, manejados y dispuestos por una empresa especializada; se verificará que cuente con las autorizaciones correspondientes, tanto para el funcionamiento como para la disposición final de los desechos.

En la **Tabla 2.26**, se describe el manejo y disposición de los residuos generados en las diferentes etapas del proyecto.

Tabla 2.26 Residuos generados por el proyecto de los MCIs

Etapas	Tipo de Residuo	Actividad Realizada	Cantidad	Manejo de Residuos		
				Sitio de almacenamiento temporal	Sistema de transporte	Disposición final
Preparación del Sitio y Construcción	Aceite usado y trapo impregnado	Instalación de unidades	200 kg	Almacén de obra	Vehículo especializado	Empresa autorizada
	Pedacería metálica y de cables	Instalación de unidades	400 kg	Almacén de obra	Camiones de carga	En centros de reciclaje
	Madera, cartón, papel, PET	Instalación de unidades	100 kg	Almacén de obra	Camiones de carga	En centros de reciclaje
	Residuos sólidos municipales	Instalación de unidades	51.6 kg/día	Contenedores	Servicio público municipal	Sitio de disposición municipal autorizado
	Material de excavación	Instalación de ramal gasoducto	1,586 m ³	A un lado de la obra	No se transportará	Rellenar excavación una vez

Etapa	Tipo de Residuo	Actividad Realizada	Cantidad	Manejo de Residuos		
				Sitio de almacenamiento temporal	Sistema de transporte	Disposición final
						colocado el ramal de gasoducto
Operación y Mantenimiento	Aceite lubricante usado y trapo impregnado	Mantenimiento	100 kg/año	Almacén de CFE	Vehículo especializado	Empresa autorizada
	Pedacería metálica y de cable	Mantenimiento	200 kg/año	Almacén de CFE	Camiones de carga	En centros de reciclaje o almacén de CFE
	Residuos sólidos municipales	Operación y Mantenimiento	10 kg/día	No aplica	Servicio público municipal	Sitio de disposición municipal autorizado

Infraestructura adecuada para el manejo y disposición adecuada de los residuos

La empresa contratista se hará cargo de contratar los servicios para la recolección y disposición final de los residuos.

Para llevar a cabo la disposición de los residuos, principalmente los sólidos urbanos, la constructora contratada deberá obtener de manera previa, la autorización del municipio San Luis Río Colorado. Para el caso de los desechos generados por el uso de los servicios sanitarios se dispondrán con letrinas portátiles. El contratista tendrá la responsabilidad de enviar los residuos de estas letrinas a una planta de tratamiento de aguas residuales para su manejo o disponerlos en donde lo indique la autoridad responsable. En lo que respecta a los desechos reciclables de los materiales de construcción, éstos en primera instancia se almacenarán para posteriormente ser dispuestos en los sitios adecuados y autorizados para tal fin.

Aguas residuales (descargas)

Tuberías

Las tuberías de aguas residuales están hechas de polipropileno y cloruro de polivinilo.

Las aguas residuales serán conducidas a una fosa séptica.

Las aguas de lluvia serán conducidas a un lecho de infiltración. La salida de la cama de infiltración será conducida al drenaje de agua de lluvia. Si es necesario, se instalará una estación de bombeo.

El sistema de aguas residuales sanitarias está separado del agua de lluvia y del alcantarillado de aguas aceitosas para minimizar las cargas de flujo y contaminación.

Aguas residuales de agua aceitosa

El sistema de aguas residuales subterráneas de agua aceitosa consistirá en tubos de polipropileno y cloruro de polivinilo. Las juntas de goma serán de una calidad resistente al aceite, generalmente caucho de nitrilo.

El sistema de alcantarillado de agua aceitosa de los edificios está conectado a un sumidero de aguas residuales aceitosas fuera del edificio desde donde se bombea el agua aceitosa al almacenamiento para su posterior tratamiento en el sitio que sea autorizado para tal fin.

2.22. Emisiones

Durante la Preparación de Sitio y Construcción, la emisión de gases corresponderá a la generen los vehículos y maquinaria utilizados, los cuales se verificará que se encuentren en buen estado de funcionamiento a través de la bitácora de mantenimiento preventivo.

Las emisiones a la atmósfera generadas por la operación de los motogeneradores cumplirán con las condiciones que se establezcan en la correspondiente Licencia Ambiental Única, así como con la normatividad en materia de calidad del aire.

Generación de gases efecto invernadero

Se presenta un resumen de los resultados de la modelación de la dispersión de los siguientes contaminantes: óxidos de nitrógeno (NO₂) en gas natural y diésel, dióxido de azufre (SO₂) en diésel y partículas PM10 en diésel, en la que se pueden observar los valores estimados por debajo de las NOM's y se cumplirá plenamente con la normativa en materia de calidad del aire.

Con la finalidad de estimar el peor escenario que se presentaría por la operación del proyecto con 22 unidades motogeneradores empleando como combustible gas natural, se tomó en cuenta la concentración máxima que aportaría el proyecto. En la **Tabla 2.27** se muestran los resultados de las posibles emisiones del NO₂, generados durante la operación. Cabe señalar que, con relación a los NO_x, tanto con gas natural como con diésel, se consideraron dentro de la ejecución del modelo AERMOD las relaciones de formación del

NO₂ a partir de la tasa de emisión de los NO_x por lo que las concentraciones estimadas por el modelo son reportadas como dióxido de nitrógeno, NO₂. El Estudio de Dispersión de Emisiones a la Atmósfera se presenta en el **Anexo II.1**, así como en el Capítulo V.

En tabla 2.26 se indica los contaminantes evaluados, la concentración máxima estimada y la localización respecto al punto central del proyecto. Además, se realiza la comparación de las emisiones estimadas respecto a los límites máximos permisibles que establece la normativa correspondiente a la calidad del aire.

Tabla 2.27 Resultados de la Modelación del proyecto CCI Parque Industrial

Contaminante	Combustible	Valor Estimado (□g/m ³)	Localización del Valor Máximo	Límite Máximo Permissible (□g/m ³)	% por debajo de la NOM	Archivo
Óxidos de Nitrógeno (NO ₂), 1 h	Gas Natural	49,47	a 88 m en dirección N respecto al proyecto	395 (NOM-023-SSA1-1993)	-77,72	1
Dióxido de Azufre (SO ₂) 24 h	Diésel	6,47	a 88 m en dirección N respecto al proyecto	104.8 (NOM-022-SSA1-2019)	-93,83	4
Óxidos de Nitrógeno (NO ₂), 1 h	Diésel	141,01	a 88 m en dirección N respecto al proyecto	395 (NOM-023-SSA1-1993)	-64,30	2
Partículas PM10 24 h	Diésel	0,406	a 88 m en dirección N respecto al proyecto	75 (NOM-025-SSA1-1993)	-99,45	3

De los resultados obtenidos por el modelo de dispersión atmosférico en la estimación de las concentraciones de los diferentes contaminantes, considerando la información meteorológica del año 2019, se concluye que:

- Las concentraciones estimadas por el modelo de dispersión dentro de la zona de influencia de los 22 motogeneradores resultaron por debajo de los límites máximos permisibles de calidad del aire establecidos en la normativa correspondiente.

- Las concentraciones estimadas por el modelo de dispersión del SO₂, NO₂ y PM₁₀ impactan principalmente en dentro de un radio de 2.0 kilómetros tomando como referencia la localización central del proyecto. Esas concentraciones impactan en zonas donde no existen asentamientos humanos ni actividades antropogénicas que puedan ser afectadas.
- El impacto a la calidad del aire originado por las emisiones de los contaminantes generados por la combustión del gas natural y del diésel no es significativo ya que los máximos valores estimados por el modelo de dispersión se encuentran muy por debajo de los límites máximos permisibles establecidos por las normas oficiales ambientales para la calidad del aire.
- Por último, cabe señalar que la ciudad de San Luis Rio Colorado, Sonora, no se verá afectada por las emisiones de los 22 motogeneradores a instalarse a menos de tres kilómetros del centro de la ciudad ya que las emisiones estimadas por el modelo predicen valores muy por debajo de los límites máximos permisibles establecidos por la autoridad ambiental.

Ruido

El ruido producido durante la ejecución del proyecto será el de los motores de vehículos y maquinaria utilizados en la obra. En todos los casos se cumplirá con la norma NOM-080-SEMARNAT-2018, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

Durante la Operación y Mantenimiento, la futura Central de Combustión Interna cumplirá con los límites máximos permisibles de la NOM-081-SEMARNAT-1994 que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

En el diseño del edificio y los equipos, se ha considerado el control del ruido con la minimización del tamaño del área de ruido alto y la minimización del número de penetraciones de paredes que conectan directamente el área de ruido alto con el aire ambiente.



CAPÍTULO III

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B - REGIONAL

Contenido

III. Vinculación Con Los Instrumentos De Planeación Y Ordenamientos Jurídicos	
Aplicables.....	5
III.1 Ordenamientos Jurídicos Federales	5
III.1.1 Constitución Política De Los Estados Unidos Mexicanos	5
III.1.2 Convenios O Tratados Internacionales.....	5
III.1.2 .1 Convenio de Diversidad Biológica (CBD) 1992	6
Tabla III.1. Vinculación del proyecto con disposiciones del Convenio de Diversidad Biológica:	6
III.1.2.2 Convenio Sobre Cooperación Para La Protección Y Mejoramiento Del Medio Ambiente En La Zona Fronteriza	8
Tabla III.2. Vinculación del proyecto con disposiciones del Convenio sobre Cooperación para la Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente en la Zona Fronteriza	9
III.1.2.3 Programa Ambiental México – Estados Unidos: Frontera 2025	9
Tabla III.3. Programa Frontera 2025 incluye cuatro metas.....	10
III.2 Programas De Ordenamientos Ecológicos Del Territorio.....	18
III.2.1 Programa De Ordenamiento Ecológico General Del Territorio (POEGT)	18
Tabla III.4. Características UAB 6.....	18
Tabla III.5. Vinculación del proyecto con las estrategias sectoriales de la UAB 6.....	20
III.2.2 Programa De Ordenamiento Ecológico Territorial Del Estado De Sonora (POETSON)	23
Tabla III.6. Descripción de la UGA 500-0/02.....	24
Tabla III.7. Lineamientos aplicables a la UGA 500-0/02	25
Tabla III.8. Vinculación del proyecto con criterios de regulación ecológica	27
III.2.3 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de San Luis Río Colorado.	27
III.2.4 Programa Regional De Ordenamiento Territorial De San Luis (PROT-UTB-SRL)....	28
Tabla III.9. Objetivos específicos del Programa de Ordenamiento Territorial de la Unidad Territorial Básica de San Luis Río Colorado	29
Tabla III.10. Vinculación del Proyecto con el Programa de Ordenamiento Territorial de la Unidad Territorial Básica de San Luis Río Colorado	31
III.3 Decretos Y Programas De Conservación Y Manejo De Las Área Naturales Protegidas	37
III.4 Normas Oficiales Mexicanas (Nom)	37
Tabla III.11. Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas.....	38
III.5 Planes O Programas De Desarrollo Urbano.....	41
III.5.1 Plan Nacional De Desarrollo 2019-2024.....	41
III.5.2 Programa Sectorial De Energía 2020-2024.....	42
Tabla III.12. Vinculación con los objetivos prioritarios del Programa Sectorial de Energía 2020-2024.....	42
III.5.3 Programa De Desarrollo Del Sistema Eléctrico Nacional 2019- 2033 (PRODESEN)43	
III.5.4 Plan Estatal De Desarrollo (PED) Sonora 2016 – 2021	45

III.5.5 Plan Municipal de Desarrollo (PMD) San Luis Río Colorado 2019 – 2021.....	46
III.5.6 Programa De Desarrollo Urbano Del Centro Población San Luis Río Colorado, Sonora (PDUCLRC-240).....	47
Tabla III.13. Vinculación del Proyecto con la Normatividad del Programa de Desarrollo Urbano del Centro Población, San Luis Río Colorado, Sonora	47
III.6 Otros Instrumentos	56
III.6.1 Leyes Y Reglamentos Federales.....	56
III.6.1.1 Ley General Del Equilibrio Ecológico Y La Protección Al Ambiente	56
Tabla III.15. Vinculación con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	56
III.6.1.2 Reglamento De La Ley General Del Equilibrio Ecológico Y Protección Al Ambiente En Materia De Evaluación De Impacto Ambiental.	58
Tabla III.16. Vinculación con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental	58
III.6.1.3 Ley General Para La Prevención Y Gestión Integral De Los Residuos	59
Tabla III.17. Vinculación con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.....	59
III.6.1.4 Reglamento De La Ley General Para La Prevención Y Gestión Integral De Los Residuos.....	62
Tabla III.18. Vinculación con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	62
III.6.1.5 Ley General De Vida Silvestre.....	64
Tabla III.19. Vinculación con la Ley General de Vida Silvestre	64
III.6.1.6 Ley General De Desarrollo Forestal Sustentable.....	64
Tabla III.20. Vinculación con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	64
III.6.1.7 Reglamento De La Ley General De Desarrollo Forestal Sustentable	65
Tabla III.21. Vinculación con el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.....	65
III.6.1.8 Ley General De Cambio Climático	67
Tabla III.22. Disposiciones para implementar acciones de adaptación al Cambio Climático.	68
Tabla III.23. Objetivos de las políticas públicas para la mitigación.	69
Tabla III.24. Disposiciones vinculables para la reducción de emisiones y captura de carbono en el sector de agricultura, bosques y otros usos del suelo y preservación de los ecosistemas y la biodiversidad.	69
III.6.1.9 Ley De La Industria Eléctrica.....	70
Tabla III.25. Vinculación con la Ley de la Industria Eléctrica.	70
III.6.1.10 Reglamento De La Ley De La Industria Eléctrica	71
Tabla III.26. Vinculación con el Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica.....	71
III.6.2 Leyes Y Reglamentos Estatales Y Municipales	72
III.6.2.1 Ley Del Equilibrio Ecológico Y Protección Al Ambiente Del Estado De Sonora... 72	

Tabla III.27. Vinculación con la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del estado de Sonora.....	72
III.6.2.2 Reglamento De Protección Al Ambiente Para El Municipio De San Luis Río Colorado, Sonora.....	74
Tabla III.28. Vinculación con el Reglamento de Protección al Ambiente para el municipio de San Luis Río Colorado, Sonora.....	74
III.6.2.3 Plan Estatal De Acción Ante Al Cambio Climático Del Estado De Sonora (PECC)	75
Tabla III.29. Vinculación del Proyecto con el Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático.....	76
III.5 Conclusiones.....	76
III.5 Bibliografía.....	77

III. Vinculación Con Los Instrumentos De Planeación Y Ordenamientos Jurídicos Aplicables

III.1 Ordenamientos Jurídicos Federales

III.1.1 Constitución Política De Los Estados Unidos Mexicanos

FUNDAMENTO JURÍDICO: Título primero, Capítulo I De las Garantías Individuales Artículo 4 Párrafo 5, Artículo 25, Artículo 26 Inciso A, Artículo 27 Párrafo 3, 4 y 5.

Esta Ley Suprema además de establecer que toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar, determina que los fines del proyecto nacional están contenidos en esta Constitución y determinarán los objetivos de la Planeación, la cual, será democrática; mediante la participación de los diversos sectores sociales se recogerá las aspiraciones y demandas de la sociedad para incorporarlas al Plan y los Programas de Desarrollo, Por tanto, habrá un Plan Nacional de Desarrollo al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la Administración Pública Federal.

Asimismo, especifica que la nación tendrá en todo tiempo el derecho de Regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

Por lo anterior, el presente Documento Técnico Unificado (DTU), se hace a la observancia a lo que establece esta Ley Suprema, por ser precursora de las leyes ambientales, tales como, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y Ley General de Vida Silvestre (LGVS), las cuales, son reglamentarias de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sobre la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción; siendo así, el proyecto propuesto deberá observar y ajustarse a la legislación ambiental aplicable, como son, Planes de Desarrollo, Planes de Ordenamiento Ecológico Territorial, Leyes, Reglamentos y Normas Ambientales, etc.

III.1.2 Convenios O Tratados Internacionales

Entre los ordenamientos ambientales internacionales relacionados con la protección del ambiente desde 1992, se encuentran el relativos al cambio climático y sobre la conservación de la biodiversidad. Como señala Olivo Escudero, 2016, "México ha trabajado en la construcción de su andamiaje jurídico ambiental, de tal forma que cuenta con una ley

marco y con una ley general referente al cambio climático; no obstante, el eje sobre biodiversidad ha convergido desde regulaciones entre particulares, forestal, de caza y de pesca, hacia una Ley General de Vida Silvestre, la cual requiere evolucionar a una Ley General de Protección de Biodiversidad”.

Teniendo en cuenta que en la Cuenca Hidrológica Forestal (CHF), así como en el predio donde se llevará a cabo el Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales (CUSTF), se encuentran reportes de especies silvestre en riesgo (según la NOM-059-SEMARNAT-2010) algunas, corrobora en los trabajos de campo, se hace necesario incluir en este capítulo algunas directrices que se derivan de los convenios internacionales para la protección de las especies de fauna silvestre como es el caso del Convenio de Diversidad Biológica (CDB) y los documentos de sus Conferencias de las Partes (COP).

De la misma forma, debido a la localización geopolítica del proyecto, cerca de la frontera con Estados Unidos de América, se incluye la vinculación del proyecto con el “Convenio sobre la Cooperación para la Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente en la Zona Fronteriza”, así como el “Programa Ambiental México – Estados Unidos: Frontera 2025”.

III.1.2 .1 Convenio de Diversidad Biológica (CBD) 1992

Los objetivos del CDB son la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, mediante, entre otras cosas, un acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes, teniendo en cuenta todos los derechos sobre esos recursos y a esas tecnologías, así como mediante una financiación apropiada. El CDB, establece términos, así como acciones a seguir como compromisos para los miembros que firmaron el convenio, estas acciones comprometen al gobierno federal mediante sus órganos centrales y descentralizados a garantizar el avance hacia la protección de la biodiversidad.

A lo largo del documento que constituye el CDB, se detectan diversas áreas de oportunidad donde la CFE puede contribuir, sobre todo considerando que el proyecto que nos ocupa puede incidir sobre ejemplares de vida silvestre, algunos de ellos en categoría de riesgo, es así por la consideración a los artículos del CDB que se proponen acciones como compromisos para salvaguardar a las especies de vida silvestre, que pudieran verse afectadas por el desarrollo del proyecto.

Tabla III.1. Vinculación del proyecto con disposiciones del Convenio de Diversidad Biológica:

Disposición	Vinculación
Art. 6 inciso “b”. Integrará, en la medida de lo posible y según proceda, la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica en los planes,	Comisión Federal de Electricidad, como parte de las acciones de protección a las especies de vida silvestre, respetará los planes y políticas del sector ambiental y leyes, se apegará a las mismas, y pese a

<p>programas y políticas sectoriales o intersectoriales.</p>	<p>que el proyecto no corresponde a un aprovechamiento de recursos aplicará actividades de rescate de especies y de reubicación y mantendrá informada a la Dirección de Vida Silvestre de la SEMARNAT, en el marco de la Ley de Vida Silvestre y su reglamento que se vincula con este artículo.</p>
<p>Art. 7 inciso “b” Procederá, mediante muestreo y otras técnicas, al seguimiento de los componentes de la diversidad biológica identificados de conformidad con el apartado a), prestando especial atención a los que requieran la adopción de medidas urgentes de conservación y a los que ofrezcan el mayor potencial para la utilización sostenible;</p>	<p>Comisión Federal de Electricidad mantendrá vigilancia en las diferentes etapas del proyecto con la finalidad de detectar situaciones urgentes para la protección y conservación de las especies, en este caso las más vulnerables durante el desarrollo del proyecto, en especial durante la operación amen de disminuir los posibles efectos negativos sobre especies de hábitos aéreos y de lento desplazamiento.</p>
<p>Art. 7 Inciso “c” Identificará los procesos y categorías de actividades que tengan, o sea probable que tengan, efectos perjudiciales importantes en la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica y procederá, mediante muestreo y otras técnicas, al seguimiento de esos efectos; y</p>	<p>Comisión Federal de Electricidad, realizará vigilancia mediante muestreos y monitoreos de especies de vida silvestre, que permitan conocer posibles efectos adversos para tomar decisiones que garanticen la protección y conservación de las especies de vida silvestre en particular de las más sensibles.</p>
<p>Art. 7 Inciso “d” Mantendrá y organizará, mediante cualquier mecanismo, los datos derivados de las actividades de identificación y seguimiento de conformidad con los apartados a, b y c de este artículo.</p>	<p>Comisión Federal de Electricidad, establecerá un sistema de gestión que permita asegurar el cumplimiento de medidas de protección de la vida silvestre en las diferentes etapas del proyecto.</p>
<p>Art. 9 Inciso “c” Adoptará medidas destinadas a la recuperación y rehabilitación de las especies amenazadas y a la reintroducción de éstas en sus hábitats naturales en condiciones apropiadas;</p>	<p>Comisión Federal de Electricidad, realizara como medidas de mitigación acciones de recuperación ambiental en la CHF, que sumen el total de la superficie a realizar el CUSTF. Como son el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna silvestre.</p>
<p>Art. 12 Inciso “a” Establecerán y mantendrán programas de educación y capacitación científica y técnica en medidas de identificación, conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica y sus componentes y prestarán apoyo para tal fin centrado en las necesidades específicas de los países en desarrollo;</p>	<p>Comisión Federal de Electricidad, se asegurará de sensibilizar y capacitar al personal para que se lleven a cabo buenas prácticas ambientales sobre las especies de vida silvestre.</p>

<p>Art. 13 Inciso “a” Promoverán y fomentarán, la comprensión de la importancia de la conservación de la diversidad biológica y de las medidas necesarias a esos efectos, así como su propagación a través de los medios de información, y la inclusión de esos temas en los programas de educación; y</p>	<p>Comisión Federal de Electricidad, en los trabajos de recuperación o restauración, realizará acciones de propagación de especies en especial de vegetación, que pueden ser empleadas en el Programa de Rescate y Reubicación de Flora.</p>
--	--

III.1.2.2 Convenio Sobre Cooperación Para La Protección Y Mejoramiento Del Medio Ambiente En La Zona Fronteriza

El Convenio sobre Cooperación para la Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente en la Zona Fronteriza (Convenio de La Paz), es un convenio suscrito en la capital de Baja California Sur, en el año de 1983, entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América. Por primera vez, ambas partes reconocieron la importancia de mantener un medio ambiente saludable en su frontera a efecto de que, a largo plazo, las generaciones futuras tuvieran un bienestar tanto económico como social.

Este instrumento estableció las bases de cooperación entre los dos países, para plantear las medidas necesarias para controlar, prevenir y eliminar la contaminación en dicha zona, a través de un marco normativo que dio lugar a diferentes programas ambientales como es el Programa Frontera 2025 (actualmente vigente). Este Convenio comienza con lo siguiente:

Los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América,

Reconociendo la importancia de un medio ambiente sano para el bienestar económico y social, a largo plazo, de las generaciones presentes y futuras de cada país, así como de la comunidad internacional.

Recordando que la Declaración de la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Humano, proclamada en Estocolmo en 1972, hizo un llamado a todas las naciones para colaborar en la solución de problemas ambientales de interés común;

Tomando Nota de acuerdos y programas previamente celebrados entre los dos países referentes a la cooperación en materia ambiental;

Convencidos que tal cooperación es de beneficio mutuo al atender problemas ambientales similares en cada país:

Reconociendo el importante trabajo de la Comisión Internacional de Límites y Aguas y la contribución de los acuerdos celebrados entre los dos países en relación con asuntos ambientales;

Reafirmando su voluntad política de fortalecer y demostrar la importancia que conceden ambos Gobiernos a la cooperación sobre protección ambiental y en observancia del principio de buena vecindad;

Acordaron lo establecido en este documento, del cual podemos extraer lo siguiente:

Tabla III.2. Vinculación del proyecto con disposiciones del Convenio sobre Cooperación para la Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente en la Zona Fronteriza

Disposición	Vinculación
<p>Artículo 5. Las Partes acuerdan coordinar sus esfuerzos, de conformidad con sus propias legislaciones nacionales y acuerdos bilaterales vigentes para atender problemas de contaminación del aire, tierra y agua en la zona fronteriza.</p>	<p>El proyecto se vincula de acuerdo con lo establecido en los artículos 5 y 7, debido a que estudio es parte de un proceso estipulado por la normatividad ambiental establecida por el gobierno federal. Así mismo se evaluará de acuerdo con los criterios que se establecen en las leyes, reglamentos y normas oficiales, debido a los impactos que se generarán por la construcción del proyecto en mención.</p>
<p>Artículo 7. Las Partes evaluarán, según sea apropiado, de conformidad con sus respectivas leyes, reglamentos y políticas nacionales, proyectos que puedan tener impactos significativos en el medio ambiente de la zona fronteriza, para que se puedan considerar medidas apropiadas para evitar o mitigar efectos ambientales adversos.</p>	

III.1.2.3 Programa Ambiental México – Estados Unidos: Frontera 2025

El Programa Ambiental México-Estados Unidos: Frontera 2025 (Programa Frontera 2025) es un modelo de cooperación y colaboración entre países vecinos, que tendrá resultados ambientales y de salud pública alcanzables, tangibles y aterrizados para las comunidades en la región fronteriza México-Estados Unidos. A través de este Programa, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México (SEMARNAT) y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) están trabajando para abordar los riesgos ambientales y de salud pública más importantes para el bienestar de las comunidades fronterizas.

El Programa Frontera 2025 es un esfuerzo binacional de cinco años (2021-2025) diseñado para "Proteger el medio ambiente y la salud pública en la región fronteriza entre México y Estados Unidos para el bienestar económico, cultural y social a largo plazo de las generaciones presentes y futuras, y reconocer la importancia de colaborar con estos grupos en la conservación a largo plazo del medio ambiente". Su implementación se llevará a cabo en el marco de las respectivas leyes y regulaciones de México y los Estados Unidos.

El Programa Frontera 2025 incluye cuatro metas estratégicas para abordar los desafíos ambientales y de salud pública prioritarios en la región fronteriza. Dentro de las metas existen objetivos específicos que identifican las acciones que se adoptarán en apoyo a la misión del Programa. Las metas y objetivos fueron acordados conjuntamente entre la SEMARNAT y la EPA para hacer frente a los desafíos ambientales en curso teniendo en cuenta las aportaciones de los socios estatales y tribales. Las metas son las siguientes:

- Meta 1: Reducir la Contaminación del Aire
- Meta 2: Mejorar la Calidad del Agua
- Meta 3: Promover el Manejo Integral de Materiales y Residuos, y Sitios Limpios
- Meta 4: Mejorar la Preparación Conjunta y Respuesta a Emergencias Ambientales Peligrosas

De acuerdo con lo comentado en el párrafo anterior, estas metas cuentan con objetivos que a la vez se encuentran subdivididos para ser más específicos en lo necesario para cumplir con lo establecido en el mismo, como se observa en la siguiente tabla III.3:

Tabla III.3. Programa Frontera 2025 incluye cuatro metas

Meta	Objetivos	
Meta 1: Reducir la Contaminación del Aire		Objetivo 1a: Para el año 2023, aumentar la transferencia de conocimientos y proporcionar al menos una oportunidad de capacitación sobre estándares de rendimiento y aplicaciones de sensores de calidad del aire de bajo costo.
	Objetivo 1: Establecer redes de monitoreo del aire confiables y operadas de manera sostenible y brindar acceso en tiempo real a los datos de la calidad del aire.	Objetivo 1b: Para el año 2024, desarrollar e implementar un mecanismo de financiamiento sostenible para el monitoreo de la calidad del aire en al menos un estado mexicano fronterizo.
		Objetivo 1c: Para el año 2025, garantizar que todas las agencias de calidad del aire que operan uno o más monitores reglamentarios de calidad del aire hayan desarrollado un plan de red de monitoreo (idealmente en cooperación con otras agencias en la misma Cuenca atmosférica) y un plan de proyecto de control de calidad.
	Objetivo 2: Aumentar la calidad y el intercambio de datos de inventarios de	Objetivo 2a: Para el año 2023, fortalecer los vínculos intergubernamentales, aumentar el

Meta	Objetivos	
	emisiones a través de la frontera y entre los gobiernos federales, estatales, locales y tribales, y las comunidades indígenas y afromexicanas de México.	<p>intercambio de información y lograr una mayor armonización al desarrollar y mejorar los inventarios nacionales, estatales y municipales de emisiones, empezando por al menos dos cuencas aéreas binacionales. El enfoque inicial se centrará en los contaminantes "criterio" y sus precursores (materia particulada, monóxido de carbono, plomo, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles y amoniaco),</p> <p>Objetivo 2b: Para el año 2024, ampliar la capacitación técnica para promover enfoques estandarizados para el desarrollo de inventarios de emisiones (incluyendo la medición y pruebas de fuentes) y el mantenimiento.</p>
	<p>Objetivo 3: Reducir las emisiones de los vehículos en la región fronteriza, estableciendo, incluso, o fortaleciendo programas que reduzcan el número de vehículos que no cumplen con las normas de emisiones vehiculares.</p>	<p>Objetivo 3a: Para el año 2024, aumentar el acceso transfronterizo (interinstitucional, interestatal e internacional) a las bases de datos que las autoridades pueden utilizar para verificar que los vehículos usados cumplen con las normas de emisiones.</p> <p>Objetivo 3b: Para el año 2025, implementar nuevos programas de inspección y mantenimiento de vehículos o mejorar los programas existentes, logrando al menos 50% de cumplimiento en dos o más estados mexicanos.</p> <p>Objetivo 3c: Para el año 2025, reducir las emisiones del transporte de mercancías en la región fronteriza mediante mayor intercambio de información y la armonización entre el programa SmartWay de la EPA de Estados Unidos y el programa Transporte Limpio de México.</p>
	<p>Objetivo 4: Implementar estrategias y tecnologías para</p>	<p>Objetivo 4a: Para el año 2023, implementar un programa sobre</p>

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B - REGIONAL

Meta	Objetivos	
	<p>reducir las emisiones contaminantes y mejorar los resultados de salud pública.</p>	<p>efectos en la salud relacionados con la calidad del aire y / o una campaña de comunicación sobre los riesgos para la salud relacionados con la calidad del aire y medidas de mitigación en al menos una cuenca atmosférica urbana adicional (por ejemplo, una campaña de concientización pública sobre los impactos en la salud de la quema agrícola o la quema de basura).</p> <p>Objetivo 4b: Para el año 2025, implementar al menos dos programas basados en políticas (por ejemplo, evaluación de contaminantes múltiples, mitigación conjunta de contaminantes climáticos de vida corta e Iniciativa Global de Metano) o basados en la tecnología (por ejemplo, financiamiento de energía renovable u otros incentivos) dirigidos a contaminantes específicos o emisiones sectoriales de interés local.</p> <p>Objetivo 4c: Implementar estrategias adicionales de reducción de emisiones consistentes con los Planes Estatales de Implementación (PEI) y LOS PROAIREs aplicables.</p>
	<p>Objetivo 5: Para el año 2025, apoyar la actualización y / o finalización de los planes de acción climática en cada uno de los seis estados fronterizos del norte de México (según corresponda), y desarrollar la capacidad necesaria para garantizar una implementación sostenida.</p>	
<p>Meta 2: Mejorar la Calidad del Agua</p>	<p>Objetivo 1: Abordar la Gestión del agua fronteriza en la cuenca del río Tijuana. la EPA y la SEMARNAT se coordinarán en los diferentes niveles de gobierno, según su competencia para planificar e implementar proyectos de infraestructura de alta prioridad que traten la</p>	<p>Objetivo 1a: Llevar a cabo la planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de obras de tratamiento de alta prioridad en la Cuenca del Río Tijuana.</p>

Meta	Objetivos	
	contaminación transfronteriza que afecta la cuenca del Río Tijuana.	
	Objetivo 2: Mejorar la infraestructura para el tratamiento de agua potable y aguas residuales. El Consejo Directivo del BDAN desarrollará y certificará diez proyectos de agua potable y / o aguas residuales para el año 2025 en el marco del Programa de Infraestructura de Agua Fronteriza.	Objetivo 2a: Aumentar el acceso al agua potable y al tratamiento de aguas residuales en comunidades desatendidas.
	Objetivo 3: Mejorar Operación y Mantenimiento de la infraestructura de agua potable y aguas residuales.	Objetivo 2b: Reducir los vertidos de aguas residuales no tratadas en los océanos y ríos transfronterizos como los del Río Tijuana, el Río Nuevo, el Río Santa Cruz y las cuencas hidrográficas del Río Grande/Río Bravo.
		Objetivo 3a: Asegurar que los proyectos de infraestructura financiados por Estados Unidos o México tengan reservas adecuadas de Operación y Mantenimiento y planificación a largo plazo.
		Objetivo 3b: Construir capacidad en los servicios públicos de agua a través de capacitación y programas que mejoren lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Gestión de activos. ▪ Pretratamiento de aguas residuales (tratamiento de aguas residuales industriales vertidas a una planta pública de tratamiento de aguas residuales). ▪ Gestión operativa, gerencial y financiera.
	Objetivo 4: Promover la reutilización beneficiosa de las aguas residuales tratadas y la conservación del agua y la energía. El 100% de los proyectos del Programa de Infraestructura de Agua Fronteriza seleccionados para el desarrollo incluirán una evaluación de las oportunidades de reutilización	Objetivo 4a: Evaluar oportunidades para financiar proyectos de reutilización de aguas residuales a través del programa de infraestructura, cumpliendo con la normativa vigente.
	Objetivo 4b: Desarrollar al menos un proyecto piloto de reutilización de aguas residuales, o una auditoría de agua/energía impulsada por servicios públicos.	

Meta	Objetivos
	<p>del agua, si procede para 2025.</p> <p>Objetivo 5: Implementar proyectos para prevenir y reducir los niveles de basura y flujo de sedimentos en cuencas hidrográficas binacionales de alta prioridad.</p> <p>Objetivo 6a: Asegurar que se implementen protocolos de notificación de derrames de aguas residuales para todas las comunidades afectadas por los flujos transfronterizos de aguas residuales sin tratar. Se desarrollará un modelo de escorrentía de aguas residuales para Tijuana para el 2021. Los protocolos de notificación de derrames se desarrollarán en tres cuencas hidrográficas de alta prioridad para el 2025.</p> <p>Objetivo 6b: Aumentar la conciencia sobre la contaminación de las playas por desechos marinos y aguas residuales no tratadas mediante modelos, monitoreo (debe enfocarse en fuentes y tipos de desechos marinos) y estudios especiales.</p> <p>Objetivo 6c: Asegurar que los sitios web de las Secciones de México y de los Estados Unidos de la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA) muestren información oportuna sobre la calidad del agua en las cuencas hidrográficas de alta prioridad, incluidos el Bajo Río Grande / Bravo, el Río Nuevo, el Río Santa Cruz y el Río Tijuana.</p> <p>Objetivo 6d: Continuar el trabajo del plan binacional de mejora de la calidad del agua como parte de la Iniciativa de Calidad del Agua del Bajo Río Bravo en el Bajo Río Bravo debajo de la Represa Internacional Falcon.</p> <p>Objetivo 6: Mejorar el acceso a los datos transfronterizos sobre la calidad del agua.</p>
Meta 3: Promover el Manejo Integral	Objetivo 1: Para el año 2025, compartir información y experiencias sobre la gestión sostenible de materiales y las prácticas de eficiencia

Meta	Objetivos	
de Materiales y Residuos, y Sitios Limpios	de los recursos con instituciones a nivel local y estatal, gobiernos tribales, y comunidades indígenas y afroamericanas.	
	Objetivo 2: Identificar los flujos de residuos prioritarios y desarrollar prácticas sustentables en el manejo de materiales y eficiencia de recursos que fortalezcan su valor en sus respectivos mercados.	Objetivo 2a. Identificar y medir los flujos de residuos prioritarios para el año 2022.
	Objetivo 3: Para el año 2025, mejorar el conocimiento en todos los niveles del gobierno (federal, estatal, local) para mejorar las operaciones en el sitio de eliminación de residuos sólidos.	Objetivo 2b. Desarrollar estrategias o capacitación para reducir el tiradero ilegal, maximizar la recuperación de materiales y promover prácticas de eliminación ambientalmente racionales para el año 2025.
	Objetivo 4: Prevenir y reducir la contaminación en el medio marino.	Objetivo 3a: Para el año 2023, identificar estrategias para reducir los tiraderos (basureros) ilegales y promover sitios limpios.
		Objetivo 3b: Para el año 2025, identificar estrategias para reducir los incendios en rellenos sanitarios.
Objetivo 5: Implementar, de manera anual, el Mecanismo Consultivo Binacional para el intercambio de información sobre las instalaciones de desechos peligrosos en el área fronteriza, baterías de plomo ácido gastadas e instalaciones de reciclaje de productos electrónicos.	Objetivo 4a: Promover soluciones que involucren la identificación de puntos críticos de acumulación de basura en y alrededor de las vías fluviales, especialmente en cuencas hidrográficas compartidas, y desarrollar la capacidad para mejorar los sistemas de gestión de desechos y prevenir fugas cuando sea necesario.	
Meta 4: Mejorar la Preparación Conjunta y Respuesta a Emergencias Ambientales Peligrosas	Objetivo 1: Actualizar el Plan Conjunto de Contingencias México-Estados Unidos (PCC) y evaluar el sistema de notificación de emergencias en la frontera entre México y Estados Unidos.	Objetivo 1a: En el año 2021, el sistema de notificación del PCC deberá revisarse y actualizarse a fin de evaluar su operatividad e incorporar posibles cambios de protocolo y nuevos desarrollos tecnológicos.
		Objetivo 1b: Para el año 2022, se concluirá una versión revisada y actualizada del PCC, incluyendo cualquier cambio y/o modificación

Meta	Objetivos
	de las partes participantes (nombres, afiliaciones, etc.) de la estructura gubernamental de ambos países.
	Objetivo 1c: Como parte de la evaluación de la operatividad del sistema de notificación del PCC, cada país debe realizar al menos 40 simulacros anuales de notificación de emergencias químicas a través del Centro Nacional de Comunicación (CENACOM) en México y el Centro Nacional de Respuesta (CNR) en los Estados Unidos.
	Objetivo 2a: Para el año 2021, debe completarse un estudio de los 15 PCCCH utilizando datos de análisis de riesgo existentes. Este estudio debe considerar, entre otros aspectos, el contenido y alcance de los PCCCH.
	Objetivo 2b: Para el año 2022, se debe realizar un estudio conjunto en la región fronteriza con el objetivo de ajustar el número de Ciudades Hermanas Fronterizas que son miembros del PCC.
Objetivo 2: Revisar, actualizar y evaluar los Planes Conjuntos de Contingencia de Ciudades Hermanas (PCCCH)	Objetivo 2c: Con base en los resultados del estudio sobre el PCC de cada ciudad hermana, los PCCCH actualizados deberán promoverse a los interesados correspondientes (Grupos Regionales, BDAN, etc.) durante la vigencia del Programa Ambiental Frontera 2025. Las acciones que se lleven a cabo en este objetivo estarán encaminadas a lograr la actualización de los 15 PCCCH entre 2020 y 2025.
	Objetivo 2d: A fin de evaluar los PCCCH, cada país debe realizar al menos tres simulacros de campo anuales en las Ciudades Hermanas ubicadas en la región fronteriza México – Estados

Meta	Objetivos	
		Unidos, asegurando que se lleve a cabo una respuesta conjunta. Previo a la realización de los simulacros, el personal participante deberá ser capacitado mediante la impartición de seminarios binacionales.
	<p>Objetivo 3: Fortalecer la capacitación del personal de respuesta a emergencias mediante el desarrollo de cursos de formación presencial u online mediante la creación de un certificado de competencias reconocido por las autoridades correspondientes. Además, desarrollar y difundir material de apoyo técnico para ayudar a informar al público en caso de emergencia.</p>	<p>Objetivo 3a: En coordinación con las Regiones, se debe desarrollar un Programa de Capacitación de Ciudades Hermanas durante el año 2021 e implementarlo durante la vigencia del Programa Frontera 2025. El programa de capacitación debe centrarse en las ofertas de cursos que den lugar a certificaciones para mejorar la competencia de los servicios de emergencia.</p>
		<p>Objetivo 3b: Se deben realizar al menos tres seminarios, talleres y / o cursos coordinados anuales entre los dos países sobre temas que incluyan sustancias químicas, análisis de riesgos y consecuencias, y manejo de emergencias.</p>
	<p>Objetivo 3c: Con el fin de complementar las oportunidades de capacitación, se deberá disponer en la frontera de material audiovisual y cursos en línea enfocados a la prevención y respuesta a emergencias químicas.</p>	
<p>Objetivo 4: Diseñar e implementar los lineamientos y protocolos para garantizar el paso rápido, seguro y legal de personal y materiales a través de la frontera entre México y Estados Unidos en situaciones de respuesta de emergencia.</p>	<p>Objetivo 4a: Para el año 2021, deberá desarrollarse un plan de acción para abordar la cobertura de responsabilidad respectiva de cada país para facilitar el movimiento de personas y materiales a través de la frontera durante simulacros o eventos de emergencia.</p>	
<p>Objetivo 4b: Para el año 2022, cada país deberá completar un informe sobre el estado del</p>		

Meta	Objetivos
	movimiento transfronterizo de recursos humanos y materiales durante las emergencias, así como las acciones actuales y futuras que se están llevando a cabo.

Como se observa de acuerdo con las metas y objetivos de este Programa, este va mas enfocado a la forma en que conjunta e institucionalmente se abordarán las distintas problemáticas ambientales que se tienen en la actualidad, con visión a una mitigación o reducción de estos. Si bien el proyecto, por su ubicación, forma parte de proyectos ubicados en la frontera, este Programa no es restrictivo para dicho proyecto. Sin embargo, es importante mencionar que para el caso de las cuatro metas de este Programa, el proyecto CCI Parque Industrial cumplirá con todas las medidas de prevención y mitigación para reducir la contaminación del aire (con los mantenimiento a la maquinaria de la CCI y de los vehículos que se utilicen en el mismo), mejorar la calidad del agua, el correcto manejo de los residuos generados; así como la Respuesta a emergencias ambientales peligrosas que se pudieran presentar, mediante un Plan de Respuesta a Emergencias que se elaborará para la construcción y otro para la operación de la Central.

III.2 Programas De Ordenamientos Ecológicos Del Territorio

III.2.1 Programa De Ordenamiento Ecológico General Del Territorio (POEGT)

En general, el POEGT es un instrumento inductivo que pretende una participación y colaboración de los distintos sectores involucrados en su ejecución mediante una visión integral y sinérgica de su actuación en el territorio, independientemente de la obligación que, en términos del Reglamento en materia de ordenamiento ecológico, tienen que observar el POEGT en sus programas operativos anuales, en sus proyectos de presupuestos de egresos y en sus programas de obra pública.

El proyecto aquí presentado, se ubicará dentro de la Región Ecológica 3.34 y en la Unidad Ambiental Biofísica 6 denominada Desierto de Altar. Los detalles de la caracterización de la UAB 6 se presentan en la tabla III.4.

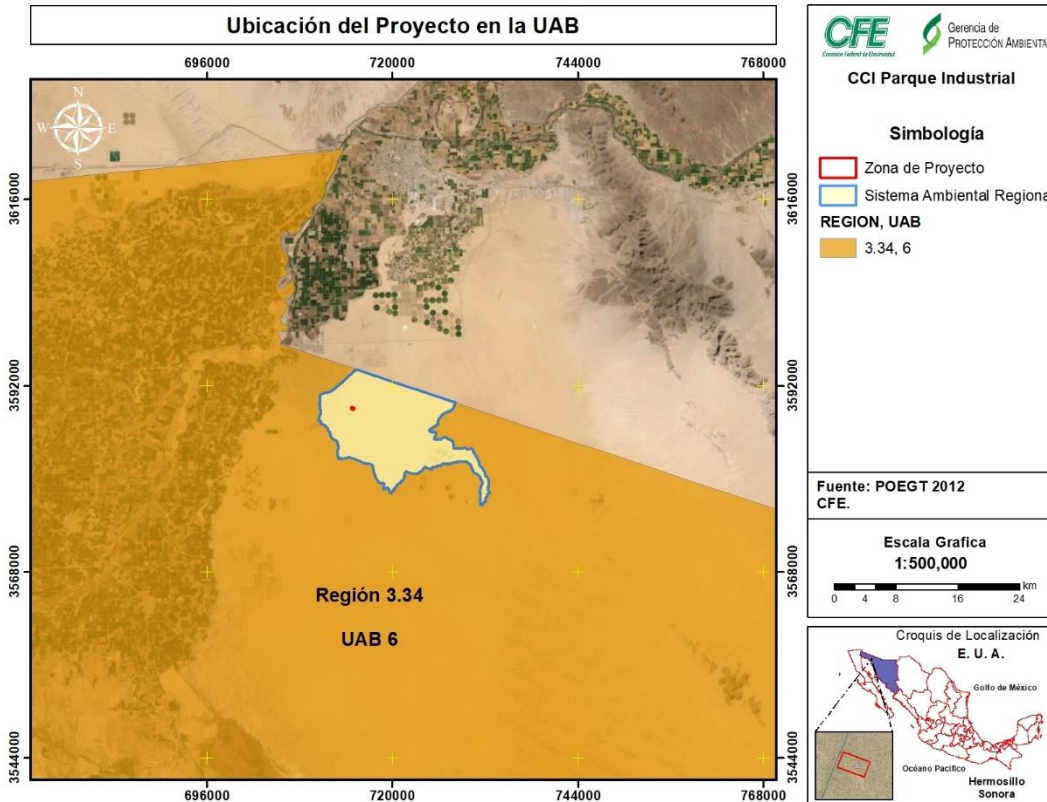
Estrategias sectoriales que aplican en la UAB 6

Tabla III.4. Características UAB 6

UA B	Rector es del desarrollo	Coadyuva ntes del desarrollo	Asociado s del desarrollo	Otros sector es de interés	Política Ambiental	Estrategias sectoriales
6	Turismo	Forestal	Preservación de flora y fauna	Agricultura Minería	Preservación , protección y aprovechami	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 21,

					ento sustentable	22, 23, 28, 29, 31, 33, 36, 37, 42, 44
--	--	--	--	--	---------------------	---

De manera gráfica se presenta en la Figura III.2



Ubicación del proyecto respecto a la UAB 6 (Desierto de Altar) del POEGT

La política de aprovechamiento sustentable se traduce como la utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos, lo cual es compatible con el proyecto, puesto que se proveerá de la energía eléctrica necesaria para el desarrollo de las diversas actividades productivas de la región, es decir, el aprovechamiento, sin menoscabo del cuidado del medio ambiente, como es la aplicación de medidas de mitigación.

La política de restauración se basa en el conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales. En este sentido, por el establecimiento del proyecto se ejecutarán una serie de medidas de prevención y mitigación con la finalidad de afectar lo menos posible los ecosistemas presentes, y a su vez, propiciar las condiciones óptimas para la protección, conservación y recuperación de los recursos.

Por otra parte, en el siguiente cuadro se transcriben el contenido de cada estrategia, por sector, y la vinculación con el proyecto.

Tabla III.5. Vinculación del proyecto con las estrategias sectoriales de la UAB 6

Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		Vinculación con el proyecto
A) Preservación	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.	El proyecto se vincula con a las tres estrategias en comento, debido a que se realizará un programa de rescate y reubicación de especies de importancia ecológica de flora y fauna, en este sentido, se obtuvo información de campo que contribuye a conocer los ecosistemas afectados por el proyecto y la biodiversidad que albergan.
	2. Recuperación de especies en riesgo.	
3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.		
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	No es vinculante las obras y actividades que comprende el proyecto, debido a que no se trata de aprovechamiento
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	No es vinculante las obras y actividades que comprende el proyecto, si bien, en el estudio se realiza una valoración de los servicios ambientales presentes en el área del proyecto, el objeto del sector es para aprovechamiento sustentable, mismo que es completamente diferente al objetivo del proyecto, que es la instalación de infraestructura eléctrica.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	
8. Valoración de los servicios ambientales.		
C) Protección de los recursos naturales	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	El proyecto dará cumplimiento al marco normativo en materia ambiental, en donde se analiza a la cuenca hidrográfica forestal como unidad básica del manejo y planeación de infraestructura eléctrica.
	10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	
	12. Protección de los ecosistemas.	
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	

<p>D) Dirigidas a la Restauración</p>	<p>14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.</p>	<p>Se realizarán acciones de conservación de suelos, como el rescate y reubicación de especies de importancia ecológica de flora y fauna y acciones preventivas para evitar procesos erosivos.</p>
<p>E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios</p>	<p>15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.</p> <p>15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.</p> <p>21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.</p> <p>22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.</p> <p>23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) –beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).</p>	<p>No es vinculante las obras y actividades que comprende el proyecto.</p> <p>el proyecto no trata del establecimiento de instrumentos normativos, si no que el mismo, se acopla a los ya establecidos de forma armónica y propiciando el desarrollo de la región.</p>
<p>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</p>		<p>Vinculación con el proyecto</p>
<p>C) Agua y Saneamiento</p>	<p>28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.</p> <p>29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.</p>	<p>No es vinculante las obras y actividades que comprende el proyecto, debido a que no se trata de saneamiento de agua.</p>
<p>D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional</p>	<p>31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.</p>	<p>El proyecto consiste en el establecimiento de infraestructura eléctrica que traerá consigo beneficios indirectos en cuanto a la infraestructura existente en la región, pues al fortalecer un sector los demás sectores tienen un efecto domino, con lo que se propiciará el</p>

		desarrollo de ciudades con planeación y sustentabilidad.
E) Desarrollo Social	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.	Con el establecimiento del proyecto, se contratará a personal de la región, además que el con el mismo , se generará mejores condiciones del sistema eléctrico, para que el mismo sea funcional y se mejoren las condiciones de los servicios favoreciendo la diversificación de las actividades productivas y el desarrollo social.
	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		Vinculación con el proyecto
A) Marco Jurídico	42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El proyecto se gestiona conforme a la Ley Agraria y al Código Civil Federal, respetando en todo momento los derechos de la propiedad rural.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	No es vinculante las obras y actividades que comprende el proyecto, debido a que no se trata de una institución que promueva la planeación de ordenamiento territorial

Por lo anterior, es importante señalar que los promotores del desarrollo en términos del POEGT, en lo que se incluye a la CFE, no tienen prerrogativa alguna para llevar a cabo sus actividades en la UAB o región de que se trate. Aquellas dependencias y entidades de la APF que no estén consideradas como promotores del desarrollo podrán realizar sus actividades en las unidades que corresponda, en la medida en que las mismas se ajusten a lo que dispone este Programa en su ámbito de aplicación, y observen lo establecido en otros instrumentos de planeación vigentes y la normatividad aplicable a dichas actividades.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto no contempla directamente el aprovechamiento sustentable de los recursos del área en que se llevará a cabo. Así mismo, es importante indicar también que el Proyecto no contempla el uso ni la afectación de los escurrimientos, por lo cual no se verá afectado el equilibrio de las cuencas y de los acuíferos, aunado a que se presenta medidas de mitigación específica para no disminuir la infiltración del agua.

A manera de conclusión el establecimiento de las obras del proyecto eléctrico que se trata, cuyos principales objetivos son: reforzar la infraestructura eléctrica en el Noroeste de México, proporcionar la capacidad al sistema para satisfacer la demanda programada a futuro y crear infraestructura eléctrica que se integre al Sistema Eléctrico Nacional, y que considera el respeto y cumplimiento estricto de la normatividad aplicable, retoma las estrategias definidas por el Ordenamiento Ecológico para la UAB 6, tales como la recuperación de especies en riesgo (dentro de la estrategia preservación), proteger los ecosistemas, a través de las medidas de prevención y mitigación (contenida en estrategia de Protección de los recursos naturales), generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas (definida en la estrategia Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios), así mismo, el suministro eléctrico permitirá y promoverá la diversificación de actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa (contenida en la estrategia de Desarrollo Social). En tal sentido, el Proyecto, no contraviene las estrategias establecidas para la UAB6 en la que este se encuentra y, por el contrario, coadyuva con las estrategias como eje rector para definir las medidas aplicables al mismo.

III.2.2 Programa De Ordenamiento Ecológico Territorial Del Estado De Sonora (POETSON)

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora (POETSON) , publicado en el Boletín Oficial del Gobierno del Estado de Sonora el 21 de mayo de 2015, el cual es de observancia obligatoria para las dependencias y entidades de la administración pública estatal cuando en el ejercicio de sus atribuciones programen o ejecuten obras, servicios o acciones en el territorio del estado de Sonora.

Este instrumento, contiene los lineamientos ecológicos que a su vez están asistidos por Criterios de Regulación Ecológica (CRE) y por estrategias ecológicas para cada Unidad de

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B - REGIONAL

Gestión Ambiental (UGA). Los lineamientos ecológicos son las metas para obtenerse aplicando los criterios de regulación y las estrategias ecológicas para cada UGA. Así mismo, los CRE son aspectos generales o específicos que norman los diversos usos del suelo, y pueden operar de manera específica en las distintas UGAs. Su finalidad es establecer condicionantes ambientales para que todo proyecto o actividad que se desarrolle en el territorio cumpla con el objetivo de proteger, preservar, restaurar y aprovechar sustentablemente los recursos naturales, previniendo o minimizando los posibles impactos ambientales de las obras o actividades.

Por lo anterior, el proyecto que se presenta se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 500-0/02 denominada LLANURA DELTAICA. Tal como se evidencia en la figura III.3.

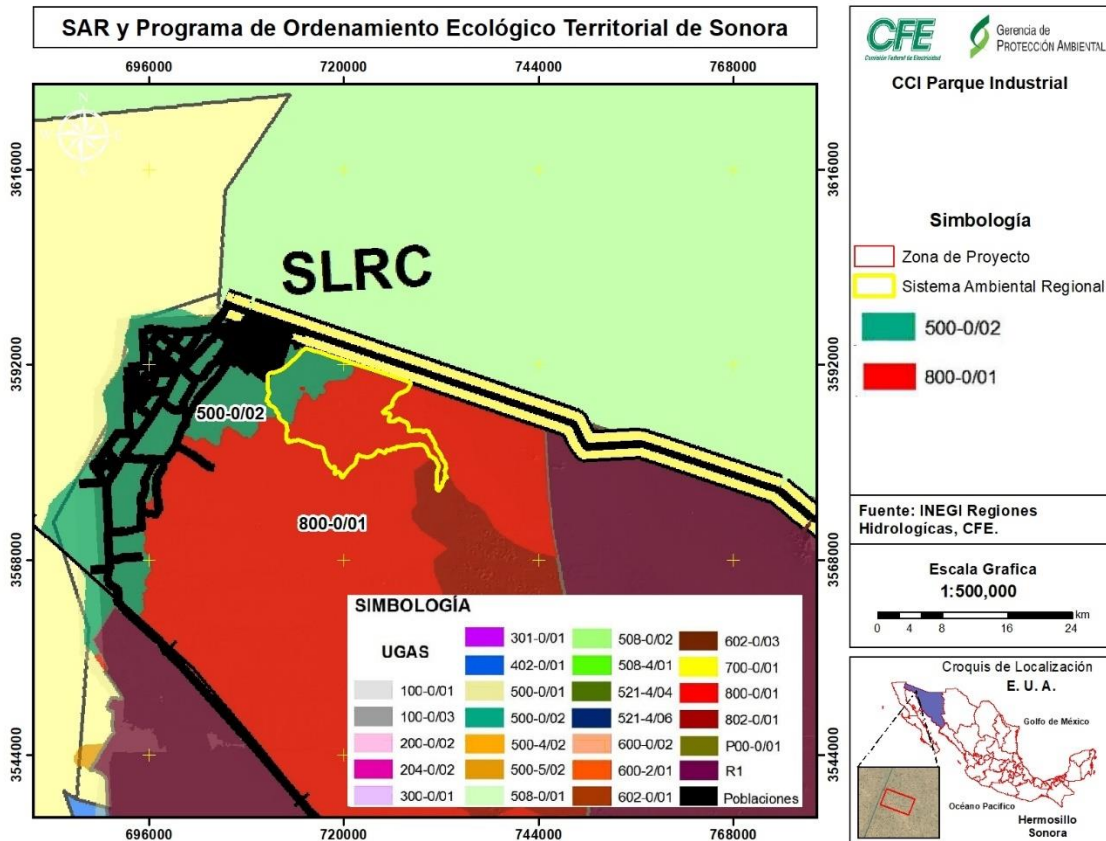


Figura III.3. Ubicación del proyecto en el POETSON

La descripción correspondiente a la UGA 500-0/02 se presenta en la siguiente tabla III. 6.:

Tabla III.6. Descripción de la UGA 500-0/02

UGA	Aptitud	Lineamiento ecológico	Criterios de regulación ecológica	Estrategia ecológica
500-0/02	A3 B1 C2 G2	Aprovechamiento sustentable de la agricultura de riego de la piscicultura de especies de agua cálidas; cacería de especies de desierto; ganadería estabulada dentro de los distritos de riego	CRE-07, CRE-16, CRE-17, CRE-19	C1; G2; B1

En este sentido, los lineamientos aplicables al proyecto y su vinculación correspondiente son los siguientes:

Tabla III.7. Lineamientos aplicables a la UGA 500-0/02

Aptitud	Sector	Subsector	Descripción	Vinculación
A3	ACUACULTURA	Piscicultura de aguas cálidas	N/A	N/A
B1	AGRICULTURA	Agricultura de agua dulce en distritos de riego	Uso eficiente del agua en 300,000 ha agrícolas con la finalidad de proveer gasto ecológico a humedales costeros y continentales para el 2030	No es vinculante con las obras y actividades del proyecto, debido a que no se trata de proyectos agrícolas.
			Uso eficiente del agua en la superficie agrícola de riego con agua subterránea para disminuir la presión sobre los acuíferos	No es vinculante con las obras y actividades del proyecto, debido a que no se trata de proyectos agrícolas.
			Promover y vigilar que el uso de agua se haga con base a la disponibilidad del recurso	No es vinculante con las obras y actividades del proyecto, debido a que no se trata de proyectos agrícolas. Sin embargo, durante la vida útil del proyecto, se establecerá un programa de gestión ambiental, en donde se trata de cuidar y hacer uso eficiente de los recursos disponibles,

Aptitud	Sector	Subsector	Descripción	Vinculación
				dentro de ellos, el recurso hídrico.
			Motivar a los productores de las cuencas altas a un mejor manejo de los recursos para que los usuarios de las cuencas bajas aseguren los volúmenes de agua requeridos mediante programas de pago por servicios ambientales.	No es vinculante con las obras y actividades del proyecto, debido a que no se trata de proyectos agrícolas.
			Reducir los niveles de contaminación por agroquímicos al incrementarse el uso de fertilizantes y pesticidas orgánicos	No es vinculante con las obras y actividades del proyecto, debido a que no se trata de proyectos agrícolas.
			Fomentar sistemas de tratamiento y reuso de aguas residuales para proveer una parte del recurso a la actividad agrícola y liberar presión sobre los acuíferos.	No es vinculante con las obras y actividades del proyecto, debido a que no se trata de proyectos agrícolas.
			Reducir la degradación de los suelos mediante el cambio progresivo a prácticas agrícolas sustentables.	No es vinculante con las obras y actividades del proyecto, debido a que no se trata de proyectos agrícolas.
C2	CINEGÉTICO	Aves residentes	N/A	N/A
G2	GANADERO	Intensiva	Mejoramiento de las condiciones de producción intensiva de especies comerciales con el cumplimiento de las	No es vinculante con las obras y actividades del proyecto, debido a que no se trata de proyectos ganaderos.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B - REGIONAL

Aptitud	Sector	Subsector	Descripción	Vinculación
			normas más estrictas tanto sanitarias como ambientales	

Finalmente, en la tabla III.8. se presenta la vinculación del proyecto con los criterios de regulación ecológica del POETSON.

Tabla III.8. Vinculación del proyecto con criterios de regulación ecológica

Clave	Criterio de regulación ecológica	Vinculación
CRE-07	Regulación de la contaminación por residuos líquidos y sólidos	El proyecto contempla la ejecución durante todas sus etapas de un programa integral de manejo de residuos. Además, se realizarán todos los tramites conforme a la LGPGIR y demás normativa en la materia.
CRE-16	Reducir al mínimo los impactos en la biodiversidad por la presencia de sustancias tóxicas en el ambiente	El proyecto dará cumplimiento a la normatividad aplicable a través de la aplicación de un conjunto de medidas de prevención y mitigación en materia de emisiones toxicas al ambiente, mismas que se encuentran el capitulado del presente estudio.
CRE-17	Aplicación de Buenas Prácticas de Manejo Agrícola y Programas de Restauración por salinidad	No es vinculante con las obras y actividades del proyecto, debido a que no se trata de proyectos agrícolas.
CRE-19	Cumplir con la normatividad vigente en materia de aprovechamiento cinegético	No es vinculante con las obras y actividades del proyecto, debido a que no se trata de proyectos cinegéticos.

III.2.3 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de San Luis Río Colorado.

El SAR incide en una porción del municipio de San Luis Río Colorado, derivado de lo anterior, se consultaron diversas fuentes oficiales para identificar la existencia de algún Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial a nivel local, teniendo como resultado que hasta la fecha de elaboración de este estudio no hay publicación alguna oficial de algún POE de estas municipalidades, lo anterior se puede observar en la siguiente imagen:

Ordenamientos Ecológicos Expedidos

Puede realizar una búsqueda escribiendo texto en los espacios en blanco, para hacer una nueva búsqueda presione "Limpiar Filtros"
[Limpiar Filtros](#)

(1) Con estrategias y criterios de mitigación o adaptación al Cambio Climático
(2) Bitácoras Ambientales

Estado	Ordenamiento	Fecha de Decreto	Documento (2)	Cambio Climático (1)
Sinaloa	Zona Costera del Municipio de Rosario	P.O. 2/jun/2006	Ordenamiento Ecológico Territorial de la Zona Costera del Municipio de El Rosario. Decreto Parte 1 Decreto Parte 2	Si
Sonora	Costa de Sonora	P.O. 20/Ago/2009	Decreto del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Costa de Sonora	
Sonora	Municipio de Rosario	P.O. 30/Jul/2007	Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Municipio de Rosario	
Tabasco	Estatad	P.O. 14/Feb/2019 (Actualización)	Decreto por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Tabasco Bitácora ambiental	Si



Autor
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Fecha de publicación
26 de noviembre de 2015
Fecha de actualización
14 de junio de 2021

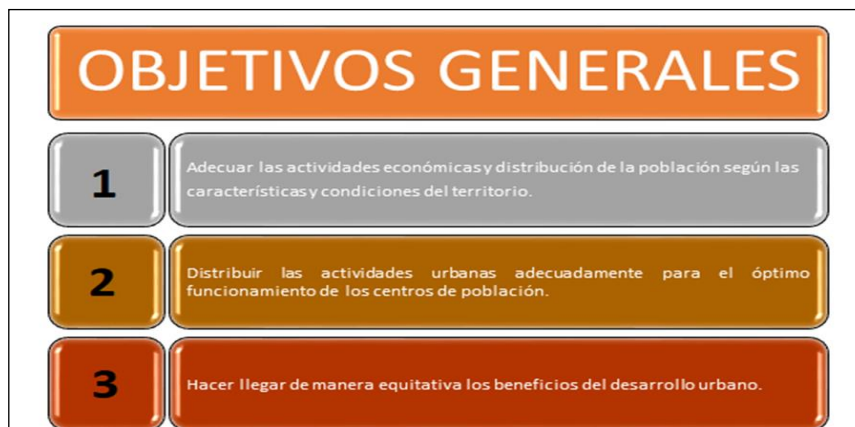
Capturada el 23/06/21
Fuente: <https://www.semarnat.gob.mx/gobmx/ordenamiento.html>

Ordenamientos Ecológicos expedidos

III.2.4 Programa Regional De Ordenamiento Territorial De San Luis (PROT-UTB-SRL).

El ordenamiento territorial dentro de las escalas de planeación y organización física de elementos como actividades económicas y sociales es la más tangible y sensible al medio natural, donde por sus condiciones de "Visión Macro" se da un proceso de revalorización, respeto del Medio Ambiente y el paisaje que este brinda a un sector en particular. Los estudios a nivel territorial engloban aspectos clave para el mejoramiento de las condiciones de vida en su sentido amplio, enfocándose al medio natural y las poblaciones/urbanizaciones donde los habitantes y visitantes de la región desarrollan sus actividades y viven cada región en particular (*Gobierno de Sonora PROT 2017*).

El Programa de Ordenamiento Territorial de la Unidad Territorial Básica de San Luis Río Colorado se define como el proyecto que se impulsará en los próximos años en los municipios de San Luis Río Colorado, Puerto Peñasco y General Plutarco Elías Calles. El Programa de Ordenamiento Territorial de la Unidad Territorial Básica de San Luis Río Colorado define el proyecto que se impulsará en los próximos años en el municipio de San Luis Río Colorado (*Gobierno de Sonora PROT 2017b*). Figura III.4:



Objetivos generales del Programa de Ordenamiento Territorial de la Unidad Territorial Básica de San Luis Río Colorado

Adicionalmente, este instrumento establece objetivos específicos los cuales se describen en la Tabla III.9.:

Tabla III.9. Objetivos específicos del Programa de Ordenamiento Territorial de la Unidad Territorial Básica de San Luis Río Colorado

Valor	Descripción
Planeación	<p>Ordenar y regular el crecimiento mediante una zonificación primaria, restringiendo las zonas inadecuadas y adecuándolo hacia zonas con mayor habitabilidad y facilidad de dotación de infraestructura, vialidades y equipamientos necesarios para el desarrollo, aprovechando al máximo el uso del suelo.</p> <p>Propiciar condiciones favorables de habitabilidad, disminuyendo los rezagos y atendiendo las demandas y necesidades de vivienda, servicios públicos e infraestructura básica en cada una de las localidades.</p> <p>Definir la estructura urbana a futuro de las localidades promoviendo el ordenamiento físico espacial en relación a su estado actual, que facilite la dotación de infraestructura, equipamiento y servicios urbanos a todos los sectores de la población.</p> <p>Impulsar el desarrollo urbano ordenado para coadyuvar a la sustentabilidad ambiental y protección a la biodiversidad</p> <p>Estructurar y ordenar el territorio para tener ciudades competitivas y regiones de desarrollo, orientando el crecimiento a las zonas más aptas para usos urbanos, de acuerdo a las condiciones naturales del territorio y a una disponibilidad adecuada de infraestructura, equipamiento y servicios.</p> <p>Reactivar o renovar zonas deprimidas que puedan adquirir relevancia económica, social, ambiental o urbana, ensanchando las capacidades para el desarrollo</p>

Valor	Descripción
Suelo	Definir vocaciones del territorio para determinar las actividades que se pueden desarrollar, tanto para actividades económicas, turísticas, de infraestructura, entre otras.
Infraestructura	Fortalecer el sistema de carreteras de la UTB. Atender zonas de riesgo en las vías de comunicación terrestre de la UTB. Facilitar la exportación de productos nacionales. Fortalecer sistema de vías de ferrocarril de la UTB. Mejorar la infraestructura, equipamiento y servicios, para atender con calidad las necesidades de desarrollo. Dar acceso a todos los servicios básicos de salud y educación a los habitantes de las diferentes localidades. Ampliar el abastecimiento, la cobertura y el mejoramiento en la calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento urbano y rural con visión de sustentabilidad y a largo plazo.
Vialidad y transporte	Atender problemáticas de movilidad vial dentro de zonas urbanas. Mejorar movilidad en zonas con gran afluencia vehicular. Reducir niveles de contaminación ambiental ocasionada por vehículos dentro de las zonas urbanas. Proveer de seguridad vial en áreas con paso de gran número de vehículos. Reducir tiempos de traslado a autos que van de paso, así como transportes de carga y vehículos pesados.
Imagen urbana	Mejorar y dotar de los componentes que conforman la imagen urbana de las localidades como banquetas, mobiliario urbano, fachadas, nomenclaturas, arborización de camellones, creación de áreas verdes, entre otros Mejorar la percepción de imagen y facilidad de ubicación de las localidades de la UTB. Revalorar los elementos naturales de la UTB SLRC. Promover zonas naturales de interés paisajístico como destinos turísticos. Impulsar el desarrollo económico de la región con base en la vocación turística, a través del aprovechamiento de los recursos naturales con los que se cuenta. Fortalecer y desarrollar la infraestructura turística y recreativa del municipio a través de acciones que permitan mejorar la imagen a nivel regional. Promover los nuevos destinos turísticos que generarían nuevas actividades económicas para la región.
Medio ambiente	Mejorar la calidad ambiental de la UTB. Mejorar la protección de las reservas naturales. Facilitar el control de visitantes a zonas naturales protegidas. Preservar las áreas con valor ecológico y paisajístico, como cauces de agua, zonas de recarga de mantos acuíferos, y todas aquellas que constituyen elementos naturales y culturales importantes.

Valor	Descripción
Riesgo y vulnerabilidad	Reducir la vulnerabilidad de los asentamientos humanos a situaciones de riesgo. Prohibir el crecimiento urbano en zonas de riesgo por inundación, cauces de ríos, arroyos, pendientes pronunciadas y zonas con geología inestable. Promover infraestructura para la protección de asentamientos humanos.
Participación de la comunidad	Establecer una mayor y mejor relación entre gobierno y sociedad orientada a un proyecto común para propiciar que los habitantes de las localidades tengan una mejor calidad de vida. Impulsar programas de mejoramiento urbano con la participación de la sociedad organizada.
Administración urbana	Diversificar las actividades económicas en la UTB SLRC Ampliar la cobertura y mejorar la calidad de los servicios públicos; en particular, de aquellos que impactan directamente en la satisfacción de las necesidades básicas de la población. Generar condiciones para el fortalecimiento económico de la región UTB SLRC. Promover la creación, ampliación y mejoramiento de los puertos para cruces fronterizos con la finalidad de lograr una mayor integración económica y social binacional.

La visión que se desprende del presente Programa es la del impulso de la zona Noroeste del estado de Sonora de acuerdo con los objetivos señalados, las metas que se plantean están divididas en calidad de vida de la población, el desarrollo económico-social y el desarrollo urbano.

Finalmente, este instrumento tomando como base todos sus objetivos generales, específico y metas, determina cuales son las estrategias que seguir para la UTB, definiendo para ello siete ejes estratégicos que pautan la dirección hacia donde esta región quiere ir en su desarrollo y ordenación territorial, los cuales son:

- Eje Natural
- Eje riesgos
- Eje paisaje
- Eje demográfico
- Eje social
- Eje infraestructura
- Eje económico

En la Tabla III.10. se desglosa y vincula los Ejes con los que se relaciona el Proyecto.

Tabla III.10. Vinculación del Proyecto con el Programa de Ordenamiento Territorial de la Unidad Territorial Básica de San Luis Río Colorado

Eje	Estrategia	Línea de acción	Vinculación
Políticas de Desarrollo			

Eje	Estrategia	Línea de acción	Vinculación
<p>Permiten orientar las acciones para lograr los objetivos del programa y alcanzar el escenario posible. Estas son flexibles por lo que se permite y requiere su evaluación de forma periódica, estas políticas sirven para guiar el diseño de las estrategias.</p>			
<p><i>EJE NATURAL</i></p> <p>Localización de actividades y proyectos compatibles con la aptitud del suelo.</p> <p>Promoción de actividades económicas con el criterio de producción limpia.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Promoción de actividades económicas con el criterio de producción limpia. • Vigilancia estricta para que los nuevos establecimientos industriales cumplan con la normatividad ambiental desde su instalación. • Establecer normas ambientales regionales. 	<p>Estrategia urbana en función del cambio climático y ordenamiento</p>	<p>Promoción de la sustentabilidad ambiental.</p> <p>Mitigación del cambio climático.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Identificar oportunidades de reducción de emisiones y desarrollar proyectos de mitigación. ○ Reconocer la vulnerabilidad de los sectores y áreas de competencia para iniciar proyectos de desarrollo de capacidades locales y nacionales de respuesta y adaptación. ○ Proponer líneas de acción, políticas y estrategias, que sirvan de base para el Programa Nacional de Cambio Climático. 	<p>Desde la etapa de diseño se implementa como medida sustentable el uso de combustible gas natural (siendo este el más limpio) en conjunto con el diésel.</p> <p>Adicionalmente, se considera en las especificaciones técnicas la implementación de equipo de última generación, el cual garantiza una mejor eficiencia en las turbinas de gas, y baja generación de emisiones, contribuyendo a disminuir los efectos adversos del cambio climático por su baja emisión de dióxido de carbono (CO₂) y óxidos de nitrógeno (NO_x), además de que evita la emisión de gases como partículas suspendidas (PST) y de dióxido de azufre (SO₂), contaminantes asociados a la quema de otros combustibles fósiles como son el</p>

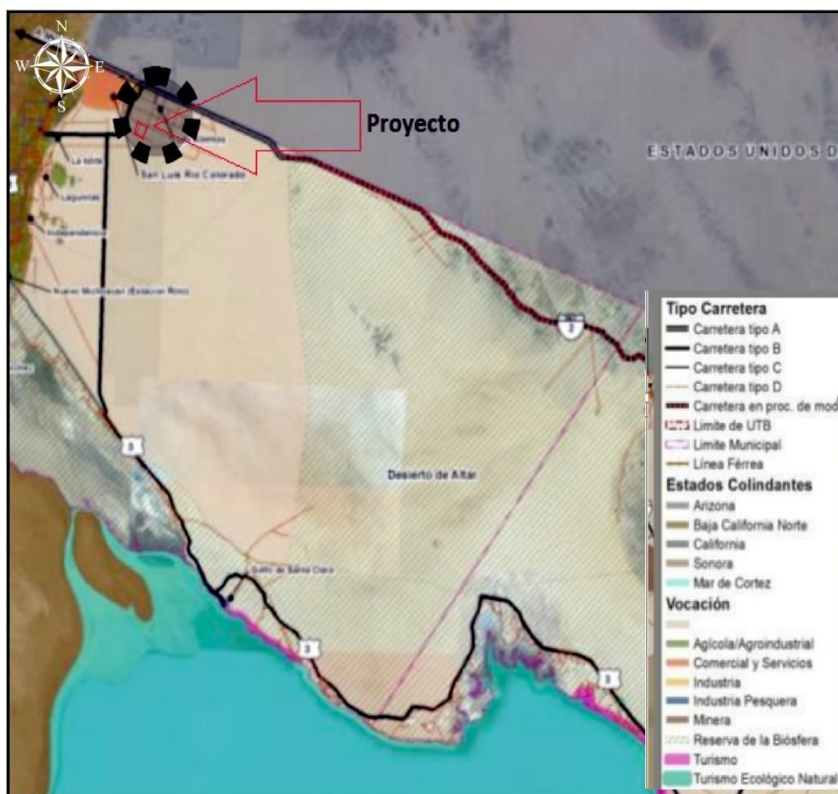
Eje	Estrategia	Línea de acción	Vinculación
			carbón y el combustóleo.
	Conservación y uso eficiente del agua y el suelo.	<p>Conservación del suelo.</p> <ul style="list-style-type: none"> Promover la ubicación de centros y unidades móviles de acopio y reciclaje de residuos sólidos urbanos y rurales, cercanos a los centros de actividad productiva para articular y consolidar los centros de reciclaje locales y regionales. 	Se ha propuesto implementar un Programa de Manejo Integral de Residuos para todas las etapas del Proyecto (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento)
		<ul style="list-style-type: none"> Establecer programas de educación ambiental y capacitación profesional dirigidos a sectores productivos, funcionarios públicos y sociedad en general, a fin de que cada sector asuma de manera corresponsable su papel. 	Previo a la preparación del sitio y construcción se propone realizar platicas de concienciación ambiental dirigida a los trabajadores que participarán en estas etapas, para establecer la importancia de realizar el Proyecto conforme al marco normativo y a las condicionantes que la autoridad establezca, ya que estas garantizan la protección al ambiente
		<p>Protección de recursos naturales</p> <ul style="list-style-type: none"> Aplicar regulaciones al desarrollo para mitigación de impactos, adoptar medidas 	El presente DTU, propondrá medidas de compensación y en su momento procesal oportuno se realizará el pago al fondo forestal

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B - REGIONAL

Eje	Estrategia	Línea de acción	Vinculación
		compensatorias e incorporar pago por servicios ambientales en el sector vivienda e industrial.	mexicano que tenga a bien fijar la autoridad.
	Uso de suelo	<p>Clasificación de usos de suelo.</p> <p>De forma general, los usos definidos a continuación deberán tener consistencia en localización sobre localidades o asentamientos urbanizados y/o que tengan a su vez una conexión con ejes o corredores dentro de la UTB que faciliten la implementación de definiciones urbanas específicas.</p> <p>Para los Usos de suelo definidos y englobados en la escala territorial de la UTB San Luis Río Colorado, se han evaluado la formulación de usos generales que engloben y reconozcan usos particulares de escalas de planificación más detallada, como serían los Programas de Desarrollo Urbano de Centros de Población.</p>	<p>En lo tocante al uso de suelo este instrumento hace un análisis del uso potencial y de la aptitud de uso de suelo, en el cual reconoce que, en el municipio de San Luis Río Colorado, una parte tiene vocación industrial, situada en el extremo oriente de la ciudad en donde se encuentran empresas de talla internacional provenientes de Canadá, Alemania, E.U.A. y México.</p> <p>El Proyecto que nos ocupa se encuentra dentro de esa zonificación categorizada con esa Vocación Industrial, tal y como se observa en la Figura III.5. de la zonificación del proyecto, de acuerdo al POT-UTB-SLRC</p> <p>Por otro lado, los usos definidos en este instrumento se encuentran alineados a los Uso de Suelo del</p>

Eje	Estrategia	Línea de acción	Vinculación
			Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población San Luis Río Colorado, Sonora, el cual se vincula más adelante.

Programa de Ordenamiento Territorial de la Unidad Territorial Básica de San Luis Río Colorado



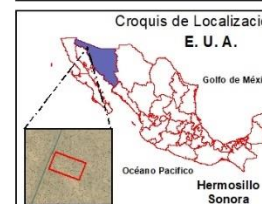
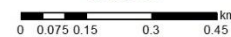
CCI Parque Industrial

Simbología

□ Zona de Proyecto

Fuente: INEGI Regiones Hidrológicas, CFE.

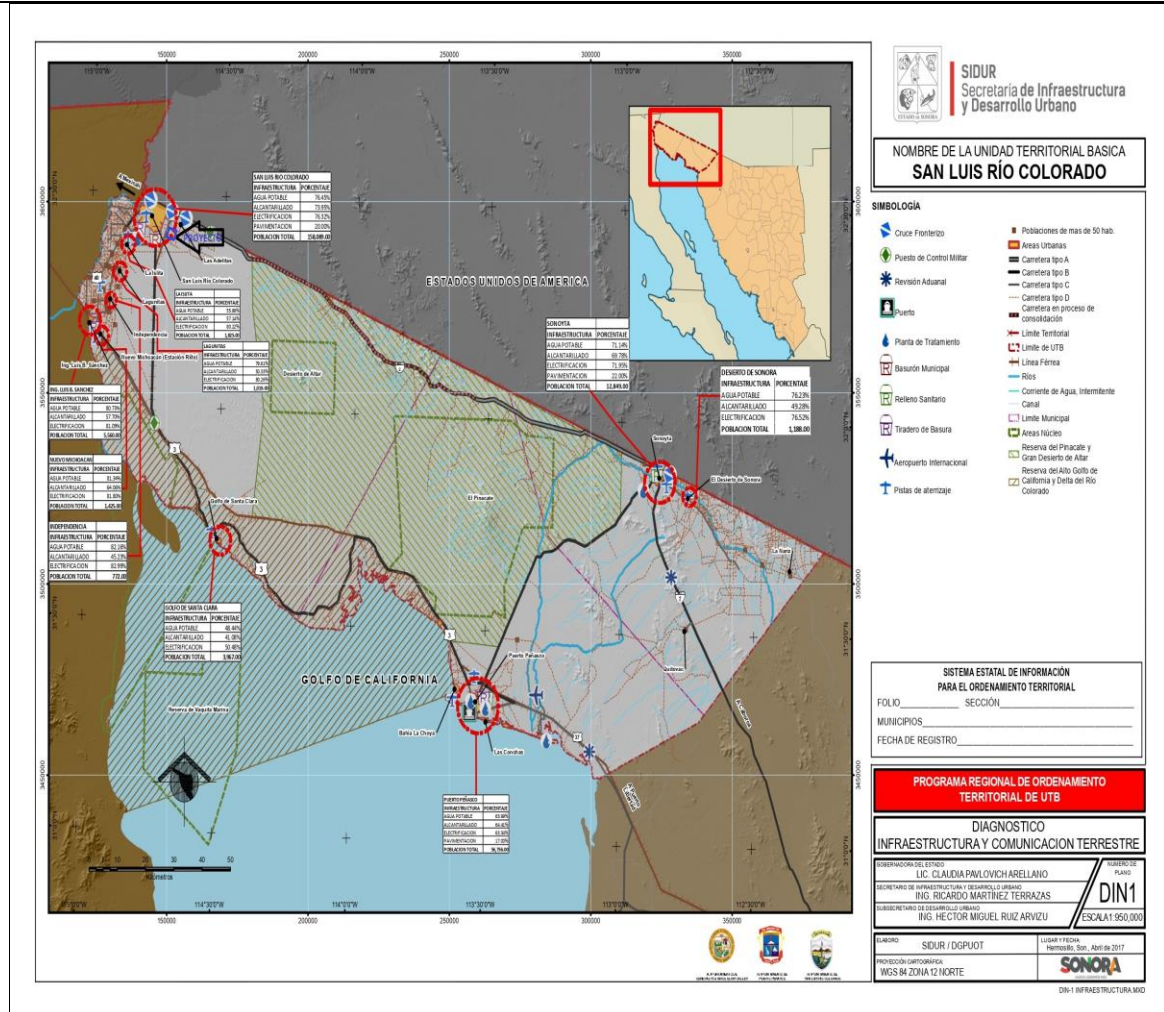
Escala Grafica
1:10,000



Este instrumento señala que la INDUSTRIA corresponde a aquel espacio donde se realizan las actividades productivas relacionadas con la transformación, ensamble o confección de productos. Estas zonas están conformadas por los desarrollos o parques industriales así constituidos mediante convenio de autorización emitido por el Gobierno del Estado en los términos que para el efecto establece la Ley de Desarrollo Urbano para el Estado de Sonora. Estas zonas deben considerar las dimensiones de calle adecuadas para tal fin y el rápido acceso a las vialidades regionales, los amortiguamientos con las zonas de usos diferentes, la infraestructura, su ubicación con respecto a la estructura urbana, sistemas de seguridad, entre otros. Como se ha expuesto el Proyecto pertenece a la Industria Eléctrica, ubicándose espacialmente dentro de esta vocación de usos de

Eje	Estrategia	Línea de acción	Vinculación
-----	------------	-----------------	-------------

suelo. Asimismo, el Proyecto también cabe dentro del rubro de infraestructura, la cual también está permitida en esta zona, tal y como se puede observar en la Figura III.5.



Ubicación del Proyecto en el mapa de infraestructura y comunicación terrestre del Programa de Ordenamiento Territorial de la Unidad Territorial Básica de San Luis Río Colorado

Para ello, este instrumento señala que la INFRAESTRUCTURA son los espacios o redes necesarias para la dotación de servicios a los diferentes componentes de la estructura urbana.

ELECTRICIDAD: Plantas generales de electricidad, subestaciones eléctricas.

HIDRÁULICA: Plantas potabilizadoras y captación del acuífero, estaciones de bombeo, tanques de almacenamiento de agua, acueductos, presas.

De lo anterior, se desprende que el Proyecto está alineado a la hipótesis de usos de suelo permitidos por Programa de Ordenamiento Territorial de la Unidad Territorial Básica de San Luis Río Colorado.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B - REGIONAL

III.3 Decretos Y Programas De Conservación Y Manejo De Las Área Naturales Protegidas

Las obras y actividades del proyecto, no se circunscriben en Áreas Naturales Protegidas de carácter Federal, Estatal o Municipal, tal como se evidencia en la figura III.6. y cartografía anexa.

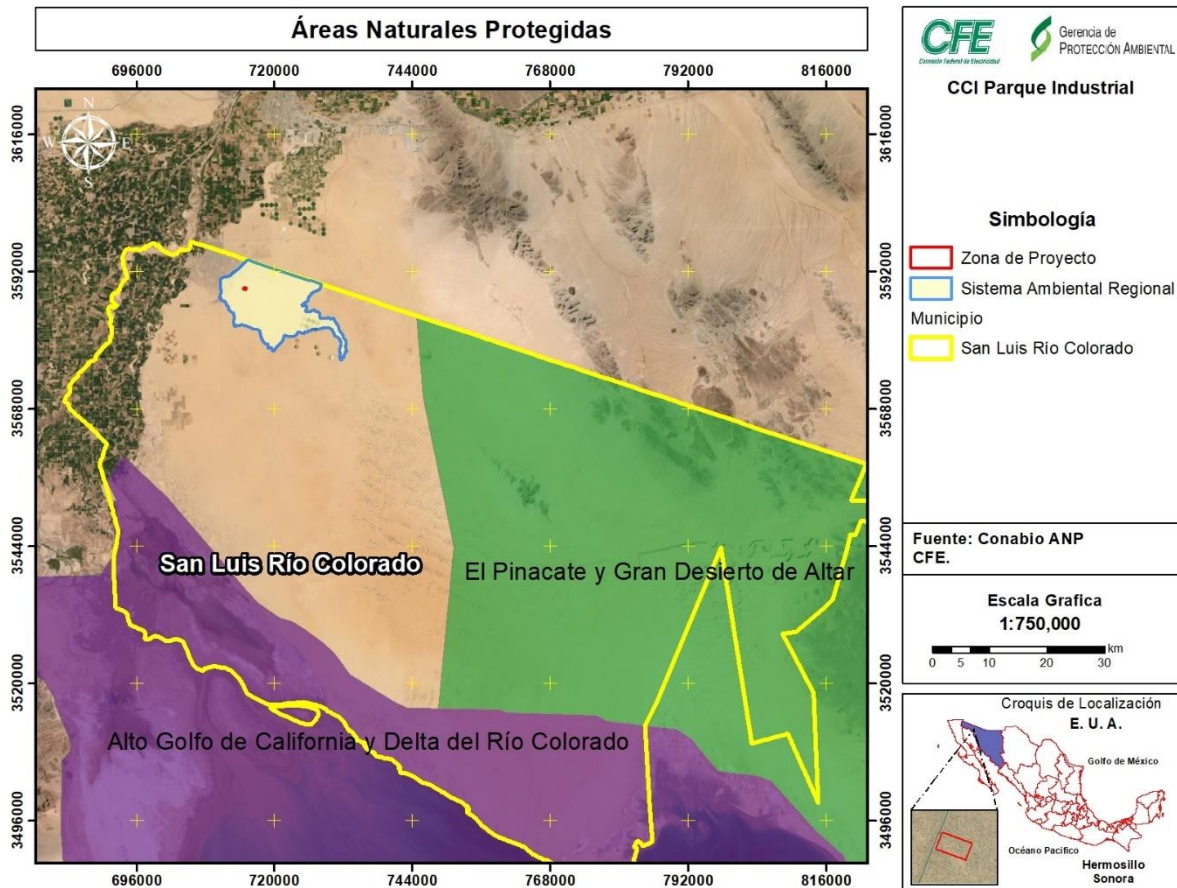


Figura III.6. Ubicación del proyecto respecto a las ANP

Por lo tanto, no hay restricción alguna por parte de algún instrumento de las áreas arriba citadas que impidan la construcción y operación del proyecto que nos ocupa.

III.4 Normas Oficiales Mexicanas (Nom)

Las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental constituyen una herramienta de carácter regulatorio que adecua la conducta de los agentes económicos a los fines del Estado relacionados con la protección del ambiente y el equilibrio ecológico. Por tanto, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales conforme a sus facultades ha emitido

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B - REGIONAL

en materia de agua, suelo, protección de flora y fauna, ruido, impacto ambiental, residuos, contaminación por fuentes fijas y/o móviles, etc., normas que señalan su ámbito de validez, vigencia y gradualidad en su aplicación.

En lo que respecta a las obras y actividades propuestas del proyecto en referencia, algunas de las normas oficiales mexicanas vinculables al proyecto son las siguientes:

Tabla III.11. Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas

Norma Mexicana	Oficial	Descripción	Especificación Aplicable	Vinculación con el proyecto
NOM-041-SEMARNAT-2015		Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible	4.2.1 4.2.2 4.5 5.1.3 5.1.5	Se cumplirá con un programa de mantenimiento preventivo y, en su caso, la verificación vehicular en el estado de Sonora
NOM-001-SEMARNAT-1996		Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales.	4.1 4.4 4.5 4.9 4.12	Con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Por ello, durante el desarrollo de las primeras etapas del proyecto se deberá contar con el servicio de sanitarios portátiles para cubrir las necesidades fisiológicas de los trabajadores. Asimismo, la descarga de estos sanitarios cumplirá con los límites máximos permisibles que establece esta norma.

Norma Mexicana	Oficial	Descripción	Especificación Aplicable	Vinculación con el proyecto
NOM-045-SEMARNAT-2017		Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	4.1 4.2 7.1.3 7.1.6 7.1.7	Se cumplirá con un programa de mantenimiento preventivo y, en su caso, la verificación vehicular.
NOM-050-SEMARNAT-2018		Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos	4.1.1 5.1.3	Se cumplirá con un programa de mantenimiento preventivo y, en su caso, la verificación vehicular.
NOM-052-SEMARNAT-2005		Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	6.2 7.1	Se identificarán los residuos peligrosos, que se generen en las diversas etapas del proyecto. Por lo que se propone la ejecución de diversas medidas de mitigación, en donde destaca un programa integral de manejo de residuos, para evitar o reducir al mínimo las afectaciones sobre el medio ambiente, entre las que se encuentra, la separación de los diferentes residuos que se llegaran a generar durante las

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B - REGIONAL

Norma Mexicana	Oficial	Descripción	Especificación Aplicable	Vinculación con el proyecto
				etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto.
NOM-054-SEMARNAT-1993		Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos Por la Norma Oficial Mexicana Nom-052-Ecol-1993.	5.1	Se determinará su incompatibilidad con otros residuos para evitar su mezcla.
NOM-059-SEMARNAT-2010		Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo	5.1	Se determinaron las especies de flora y fauna registradas en el área del proyecto, y se elaboró y ejecutará un programa de rescate y reubicación de flora y fauna
NOM-080-SEMARNAT-1994		Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición	5.9.1	Se cumplirá con el programa de mantenimiento preventivo y correctivo.
NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012		Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.	6.2	En caso de producirse un derrame en las condiciones establecidas en esta norma, se procederá a la remediación del suelo.

Norma Mexicana	Oficial	Descripción	Especificación Aplicable	Vinculación con el proyecto
NOM-161-SEMARNAT-2011		Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.	3.1 7 9.1	Se tomará en consideración las especificaciones de esta norma para la identificación y manejo integral de los residuos de manejo especial, y de cumplirse el criterio conforme al volumen, se elaborará y aplicará un Plan y/o programa de manejo.

III.5 Planes O Programas De Desarrollo Urbano

Para mostrar la concordancia del CUSTF para el proyecto “CCI Parque Industrial” se ha buscado información relativa de los distintos Planes de Desarrollo a nivel Federal, a los planes estatales de gobierno y de largo plazo, que pueden mostrar la pertinencia del proyecto en la región San Luis Río Colorado del estado de Sonora.

III.5.1 Plan Nacional De Desarrollo 2019-2024

El Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de julio de 2019 y es un instrumento para enunciar los problemas nacionales y enumerar las soluciones en una proyección sexenal.

El Plan Nacional de Desarrollo establece tres grandes sectores, en los cuales se plantean objetivos y programas específicos nacionales, para llevar a México a su máximo potencial, dichas sectores son las siguientes:

1. Política y Gobierno
2. Política Social
3. Economía

Al respecto, el proyecto se ubica dentro del punto 3, en el punto denominado Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo, el cual establece lo siguiente:

El sector público fomentará la creación de empleos mediante programas sectoriales, proyectos regionales y obras de infraestructura, pero también facilitando el acceso al crédito a las pequeñas y medianas empresas (que constituyen el 93 por ciento y que generan la

mayor parte de los empleos) y reduciendo y simplificando los requisitos para la creación de empresas nuevas.

Al respecto, la realización del CUSTF para la construcción del proyecto tiene como objetivo cumplir con lo previsto en el CAPÍTULO XV. La ejecución de la inversión del proyecto contribuye a impulsar la reactivación económica mediante el gasto del presupuesto asignado a dicha obra. De acuerdo con lo expuesto, el proyecto objeto del presente estudio es compatible con las metas establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo, por lo cual su desarrollo es congruente y contribuye a alcanzar el objetivo de impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo.

III.5.2 Programa Sectorial De Energía 2020-2024

Este Programa Sectorial constituye el instrumento de planeación, rector para orientar los Programas Institucionales de las entidades paraestatales sectorizadas y para alinear la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnología y Combustibles más Limpios; el Programa Especial de la Transición Energética, el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, cuyo fundamento se encuentra en la Ley de Transición Energética, el Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional PRODESEN 2019 - 2033, el Programa Indicativo para la Instalación y Retiro de Centrales Eléctricas, el Programa de Ampliación y Modernización de la Red Nacional de Transmisión y de las Redes Generales de Distribución del Mercado Eléctrico Mayorista, el Programa de Redes Eléctricas Inteligentes, el Programa Nacional de Normalización de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, el Programa de Eficiencia Energética de la Administración Pública Federal de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE), Plan Nacional de Refinación, Programa de Rehabilitación de Refinerías del Sistema Nacional de Refinación, Plan Nacional para la Producción de Hidrocarburos, así como el Plan de Negocios de Pemex y de CFE.

De acuerdo con lo establecido en este Programa, en la tabla III.12., se enumeran los “objetivos prioritarios” del mismo, los cuales son vinculantes para el desarrollo del proyecto:

Tabla III.12. Vinculación con los objetivos prioritarios del Programa Sectorial de Energía 2020-2024.

Objetivo prioritario	Vinculación
1.- Alcanzar y mantener la autosuficiencia energética sostenible para satisfacer la demanda energética de la población con producción nacional.	La construcción de este proyecto contribuye al objetivo de satisfacer la demanda eléctrica de las poblaciones de la zona Noroeste del País.
2.- Fortalecer a las empresas productivas del Estado mexicano como garantes de la seguridad y soberanía energética, y palanca del desarrollo nacional para detonar un efecto multiplicador en el sector privado.	Con el desarrollo de este proyecto se impulsará el desarrollo en el sector privado, debido a que se contará con la suficiencia de energía requerida para la instalación de nuevos proyectos ya sean privados o públicos.

Objetivo prioritario	Vinculación
3.- Organizar las capacidades científicas, tecnológicas e industriales que sean necesarias para la transición energética de México a lo largo del siglo XXI.	El proyecto es una Central de Combustión Interna, la cual utilizará Diesel y Gas Natural como principal combustible, por tal motivo se da paso a la transición energética, dejando de lado sustancias más contaminantes.
4.- Elevar el nivel de eficiencia y sustentabilidad en la producción y uso de las energías en el territorio nacional.	Con este tipo de infraestructura tan moderna se realiza una producción de energía a base de Gas Natural y Diesel como combustibles, y vapor de agua para girar las turbinas, dicha agua al momento de enfriarse vuelve a incluirse al proceso, por lo cual no se pierde esa materia prima, siendo un ejemplo de sustentabilidad en la producción.
5.- Asegurar el acceso universal a las energías, para que toda la sociedad mexicana disponga de las mismas para su desarrollo.	Con el desarrollo de este tipo de proyectos se trata de fortalecer la Red Eléctrica Nacional, misma a la cual se interconectará, permitiendo que desde distintas subestaciones transmitir la energía a otras comunidades que no cuenta con dicho servicio o en su caso, mejorarlo para las localidades y ciudades cercanas al proyecto, en este caso la zona Noroeste del País.
6.- Fortalecer al sector energético nacional para que constituya la base que impulse el desarrollo del país como potencia capaz de satisfacer sus necesidades básicas con sus recursos, a través de las empresas productivas del Estado, las sociales y privadas.	Con la construcción de este proyecto se fortalecerá el sector eléctrico nacional, lo cual es de suma importancia para el desarrollo del país, principalmente en una zona de tanta importancia como lo es la zona fronteriza con Estados Unidos de América.

III.5.3 Programa De Desarrollo Del Sistema Eléctrico Nacional 2019- 2033 (PRODESEN)

Este Programa plasma la política energética del país en materia eléctrica, cubriendo un horizonte de 15 años, con este instrumento se refleja la política energética y aspectos de la Ley de Transición Energética para fomentar el desarrollo de las fuentes de energía limpia, cumpliendo metas, modernización de la Red Nacional de Transmisión, tecnologías de redes eléctrica inteligentes y mejoras en la flexibilidad operativa. Para comprender mejor la importancia de la vinculación del presente Programa con el Proyecto, es necesario explicar brevemente el concepto de “Consumo bruto”.

El consumo bruto se refiere a la integración de la energía eléctrica de ventas del Suministro Básico, Suministro Calificado y Suministro Último Recurso, autoabastecimiento remoto, la importación, la exportación, las pérdidas de energía eléctrica, los usos propios del Distribuidor, Transportista y Generadores (Usos propios autoabastecidos de generación de la Comisión Federal de Electricidad).

En 2019, el consumo bruto nacional del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) ascendió a 324,927 GWh, lo que significa un incremento de 2,1 % respecto al consumo de 2018. Las Gerencias de Control Regional (GCR) del Norte del país (Noroeste, Norte, y Noreste) en conjunto crecieron 2,9 %, ocasionado por las altas temperaturas de verano; Baja California tuvo un crecimiento de 0,6 % y el de Baja California Sur de 2,3 %.

En el año 2020 el impacto del COVID-19 en el comportamiento horario de la demanda del Sistema Eléctrico Nacional. A medida que el número de contagios iban en aumento y la implementación de normas sanitarias se volvió más estricta, hubo una repercusión en las actividades tanto comerciales como industriales, provocando una caída significativa en el pico de demanda. Incluso se registran demandas máximas en días hábiles menores a la demanda máxima de un fin de semana del año anterior, y en algunos casos la variación entre la demanda máxima de un día hábil y un fin de semana en los días de contingencia es mínima a diferencia del patrón habitual registrado en años anteriores.

Tomando como base el escenario de Planeación por la Contingencia Sanitaria, se prevé que para largo plazo se presente un mayor dinamismo en el crecimiento del consumo bruto en el sistema; entre otras para la GCR Peninsular con una tasa media de crecimiento anual (tmca) de 4,0 %, seguido de Baja California con 3,4 %, y la GCR con menor crecimiento es el Central con 1,6 %. Para el mediano plazo 2020-2025 el sistema Mulegé, GCR Peninsular y Baja California crecerán.

Con base en lo anterior el Proyecto es vinculante con este Programa debido a la necesidad de incrementar la capacidad de producción eléctrica en la región Norte y Peninsular del País. Bajo este esquema las tecnologías emergentes como son: el cambio de turbinas de combustible a gas natural y el cambio de turbinas de gas natural a hidrógeno verde, además de otras nuevas directrices tenderán a reducir costos de capital, operación y mantenimiento, por lo que, en el siguiente lustro y las próximas décadas tendrán una mayor incorporación para el cambio de la matriz energética, aunado por supuesto a la reducción del uso de combustibles fósiles.

Mientras tanto la evolución de la producción de energía eléctrica estimada de 2020 a 2034 seguirá siendo predominante el consumo de gas natural, con una incorporación gradual y ordenada de la participación de más Energías Limpias, lo anterior con el objetivo de cumplir las metas establecidas, privilegiando la Confiabilidad en el SEN ante la intermitencia de las renovables.

En el proyecto que nos ocupa, este instrumento hace énfasis y aclara que en el tema de generación *“por tratarse de una actividad en régimen de competencia, los Programas Indicativos para la Instalación y Retiro de Centrales Eléctricas (PIIRCE) no serán directamente vinculatorios”*; sin embargo, el desarrollo y construcción de nuevas Centrales de Generación dependerá, además de los pronósticos de demanda entre otros aspectos, de los diversos parámetros que se materialicen como resultado del PIIRCE (tamaño, ubicación, tecnología, fecha indicativa de entrada en operación de las Centrales Eléctricas, etc.). No obstante, se vinculó este instrumento de planeación energética ya que el CENACE realiza un diagnóstico operativo respecto a la generación, el cual indica entre otras cosas que es evidente que en esta región existe un incremento a la demanda de energía eléctrica tal y como se ha mencionado con antelación, esto probablemente se deba al desarrollo

naciente que existe en esta zona, el cual es de suma importancia para los habitantes de la región debido a la generación de empleos, por ello el presente Proyecto contribuirá aumentando la capacidad de generación de energía para el despacho de esta a los diferentes sistemas de interconexión existentes, sumando así esfuerzos para el desarrollo sostenible en esta región fronteriza del país.

III.5.4 Plan Estatal De Desarrollo (PED) Sonora 2016 – 2021

El Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2016-2021 engloba en sus cuatro ejes estratégicos, dos ejes transversales y uno emergente la alineación con el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, uno y otro en esencia proponen hacer de México una sociedad en la cual todas las personas tengan acceso efectivo a los derechos que otorga la Constitución. Se establecen en los objetivos nacionales, así como, en los grandes retos del estado las políticas públicas y las acciones específicas que se realizarán para alcanzarlos. Ambos son el resultado de un esfuerzo de planeación democrática y presentan un plan realista, viable y claro.

Los ejes estratégicos, transversales y emergentes del PED son los siguientes:

- Eje Estratégico 1. Sonora en paz y tranquilidad: “Gobierno garante del estado de derecho, la seguridad y la paz social”.
- **Eje Estratégico 2. Sonora y ciudades con calidad de vida: “Gobierno generador de la infraestructura para la calidad de vida y la competitividad sostenible y sustentable”.**
- Eje Estratégico 3. Economía con futura: “Gobierno impulsor de las potencialidades regionales y sectores emergentes”.
- Eje Estratégico 4. Todos los sonorenses todas las oportunidades: “Gobierno promotor del desarrollo y equilibrio social”.
- Eje Transversal 1. “Gobierno eficiente, innovador, transparente y con sensibilidad social”.
- Eje Transversal 2. “Gobierno promotor de los Derechos Humanos y la igualdad de género”.
- Eje Emergente “Periodo especial de ajuste 2020-2021”.

El proyecto CCI Parque Industrial, es vinculante dentro del Eje Estratégico 2, dentro del cual encontramos 14 Retos, mismos del que se desprende el *Reto 6: Vincular a los tres órdenes de gobierno y a la sociedad organizada en la concertación de la obra pública.*

Dentro de la misma encontramos la estrategia 6.2. Promover la atracción de inversiones en proyectos de generación de energía eléctrica por fuentes limpias y renovables (como geotérmica, eólica, hidráulica, solar, gas natural y biomasa) de gran escala. En esta estrategia podemos ver que el proyecto es completamente vinculante, así mismo con las líneas de acción que a continuación se enlista.

6.2.1. Instrumentar las políticas públicas que permitan las inversiones a largo plazo en el uso de energías limpias y renovables.

6.2.2. Promover la investigación científica y tecnológica asociada al campo de la generación de energía.

6.2.3. Fomentar el uso de energías renovables en municipios y asociaciones.

6.2.4. Establecer y consolidar programas para brindar soluciones de eficiencia energética y energías renovables.

III.5.5 Plan Municipal de Desarrollo (PMD) San Luis Río Colorado 2019 – 2021

La planeación del desarrollo municipal se sustenta en los siguientes ordenamientos legales: Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Ley de Planeación Federal, Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Sonora, Ley de Planeación del Estado de Sonora y Ley de Gobierno y Administración Municipal para el Estado de Sonora. Este Plan Municipal de Desarrollo es el instrumento rector del desarrollo integral del Municipio, es la herramienta fundamental que señala la ruta del proceso de planeación establecido en nuestro ámbito municipal, en el cual se expresa la concertación de voluntades, acuerdos de las comunidades y ciudadanía organizada, delimitando las pautas de los mecanismos de coordinación entre pueblo y su gobierno. Dicho plan, cuenta con 5 Ejes Estratégicos Municipales, que se enlistan a continuación:

1. Desarrollo sostenible y bienestar social.
2. Un municipio seguro y ordenado.
3. Servicios públicos de calidad para todos.
4. Un municipio sustentable y competitivo.
5. Gobierno ciudadano, transparente y eficaz.

De estos Ejes Estratégicos Municipales, el vinculante con el proyecto CCI Parque Industrial, es el número 4, el cual tiene como objetivo “Fortalecer las capacidades, impulsar iniciativas, soluciones y proyectos innovadores que apoyen el crecimiento sustentable de nuestro municipio para fomentar un desarrollo económico respetuoso con el medio ambiente y la población, en congruencia con el marco legal vigente para así mejorar la calidad de vida de sus habitantes”.

Así mismo dentro de este eje, el proyecto, es compatible con lo establecido en 3 de las 4 estrategias que lo conforman, las cuales se enlistan a continuación:

1. *Promover el potencial turístico del Municipio de San Luis Río Colorado, para reactivar la economía local, fomentando el desarrollo comercial y generando empleos.*
2. *Impulsar el desarrollo económico del Municipio, generando condiciones para la inversión y la instalación de nuevas fuentes de empleo.*
3. *Impulsar el manejo sustentable de los recursos naturales a través de proyectos productivos.*
4. Ejecutar las políticas, programas y acciones de protección civil en el Municipio con el fin de salvaguardar a las personas, su patrimonio y entorno, así como lo relativo a los servicios vitales y estratégicos, en caso de riesgo, emergencia, siniestro o desastre.

De acuerdo a lo anterior, el proyecto se vincula indirectamente con los puntos 1 y 2, ya que, si bien este es un generador de empleos directos a pequeña escala, una vez construida y operando la Central, se espera que se generen inversiones necesarias para el desarrollo

tanto turístico como comercial del municipio de San Luis Río Colorado, debido a que la zona tendrá más MW para ofrecer a las industrias o comercios que se quieran establecer, sin comprometer la estabilidad del servicio eléctrico básico del centro de población y comunidades aledañas. Para el caso del punto 3, el proyecto es fundamental en el sentido que se desarrolla mediante el uso del Gas Natural, principalmente, así como agua que se tratará previo al inyectarse al proceso de combustión para la generación del vapor que moverá las turbinas de generación de energía. En este sentido además que se utilizará agua a tratarse, el proyecto está diseñado para el desperdicio mínimo del mismo, es decir que la misma agua que se tome para comenzar su funcionamiento, se condensa y vuelve a entrar al proceso para generar nuevamente el vapor necesario para generar energía.

III.5.6 Programa De Desarrollo Urbano Del Centro Población San Luis Río Colorado, Sonora (PDUCPSLRC-240)

La elaboración de este documento, corresponde a la revisión y actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de San Luis Río Colorado, Sonora; es un instrumento técnico y jurídico que tiene como principal objetivo generar estrategias para la organización urbana y la programación del crecimiento del centro de población en relación a las fortalezas de San Luis Río Colorado, tanto por sus condiciones geográficas, físicas, recursos naturales, conocimiento y especialización de actividades económicas, así como de la calidad humana local. El Programa abarca una visión a largo plazo, incorporando estrategias programadas en distintos escenarios, que permitirán integrar acciones que configuren un modelo urbano con el que San Luis Río Colorado podrá buscar la consolidación y crecimiento de los indicadores económicos, pero sobre todo de la calidad de vida de sus habitantes y visitantes.

Este instrumento de Planeación municipal establece un marco normativo básico el cual se sustenta en distintos documentos normativos, así como en los procesos de prevención de actividades preliminares y para desarrollo de los distintos proyectos, se incluye una plataforma guía que permita tener los elementos que faciliten la construcción de San Luis Río Colorado, como una ciudad más competitiva, con mayor calidad de vida, imagen y bienestar tanto para sus habitantes como para visitantes y posibles inversionistas en el sector en la **Tabla III.13**. se establece la vinculación de estos con el Proyecto.

Tabla III.13. Vinculación del Proyecto con la Normatividad del Programa de Desarrollo Urbano del Centro Población, San Luis Río Colorado, Sonora

Normatividad	Vinculación
Ordenamiento del Territorio.	
10. Todo tipo de uso industrial o almacenaje de gran escala con carácter de alto riesgo y/o contaminación, deberá localizarse en zonas o corredores industriales diseñados para este fin. Deberán contar con una franja perimetral de aislamiento para el conjunto, con un ancho determinado según los análisis y	Para este Proyecto se considera la implementación de una barda perimetral, para minimizar el impacto por efecto del ruido generado por la Central al exterior

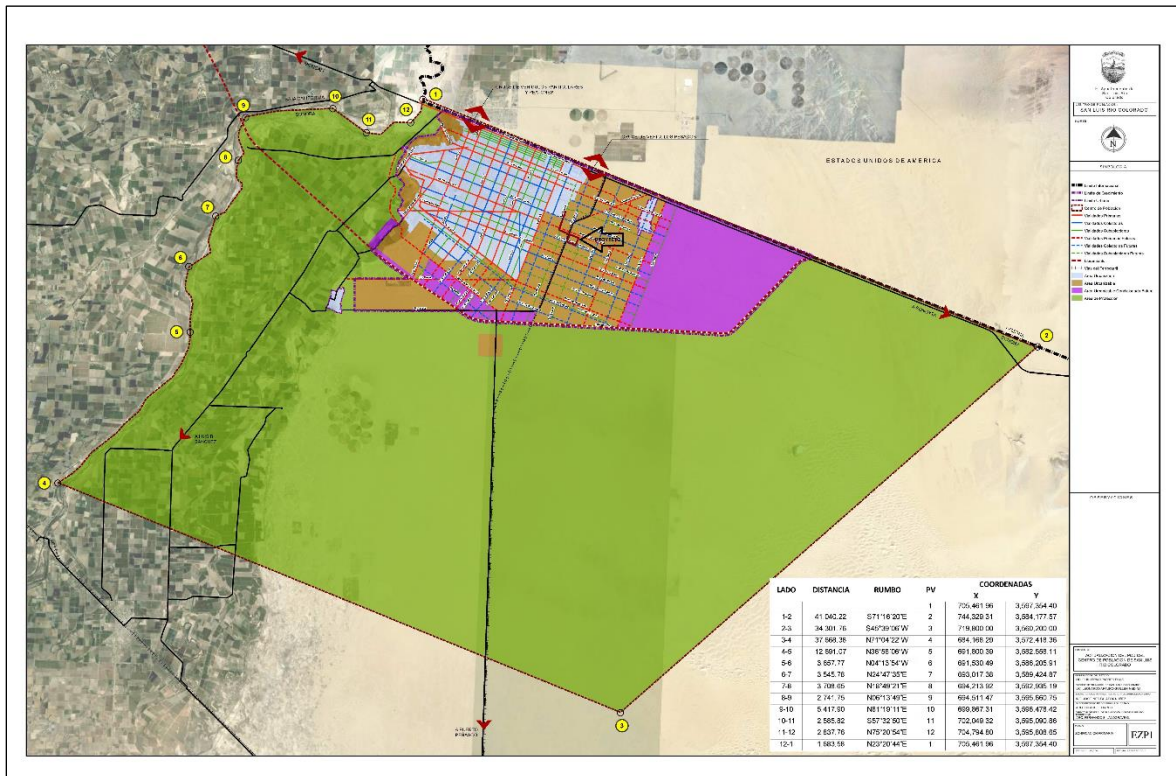
Normatividad	Vinculación
normas técnicas, ecológicas que no deberán ser menores a 25 metros. Todo tipo de planta, aislada o agrupada deberá estar bardeada.	
<p>12. Las áreas industriales en general y en particular, las emisoras de altos índices de contaminación atmosférica. Deberá emplazarse a sotavento de las localidades del centro de población, para facilitar la eliminación de contaminantes y reducir los riesgos.</p>	<p>El Estudio de Emisiones a la Atmósfera elaborado exprofeso para el Proyecto, determinó que las concentraciones estimadas por el modelo de dispersión SO₂, NO₂ y PM10 impactan principalmente en radio de 2.0 km y éstas impactan en zonas donde no existen asentamientos humanos ni actividades antropogénicas, por lo cual no se espera un efecto en la calidad del aire en San Luis Río Colorado, que es el centro de población urbano más cercano al Proyecto.</p> <p>Cabe señalar que las máximas concentraciones de NO₂, cuando operan las 22 unidades, de acuerdo con el EDEA, es de 49.46 µg/m³. La máxima concentración se localizó dentro del SAR, a 88 m del punto de referencia del proyecto y a una altura de 47 msnm. Esta zona no presenta interacción con alguna actividad antropogénica.</p> <p>Utilizando Diésel, el valor máximo para una concentración de 0.05% de azufre es de 6.47 µg/m³ a 24 horas; localizado a 88 m al norte del punto central del proyecto y una altitud de 47 msnm.</p>
<p>15. Toda edificación o instalación de uso industrial, así como todo aquellos de comercio y servicios de mayor impacto o aquellos que por su magnitud o riesgo se marquen como condicionados en la tabla de compatibilidad de uso de suelo, deberán presentar el resolutive favorable de impacto ambiental, en la modalidad y por la autoridad competente que para el efecto establece la normatividad ambiental. Aquellos establecimientos que manejen material peligroso o generen residuos peligrosos, en cantidad tal que se consideren como actividad riesgosa, deberán presentar un análisis de riesgo</p>	<p>De acuerdo con la carta de zonificación de "Uso de suelo, reservas y Destinos", el área del Proyecto se ubica en la zona clasificada como Reserva Condicionada Mixta (RCM), por lo que está condicionado a contar con un permiso en materia de impacto ambiental, motivo por el cual se elaboró el presente DTU y sea sometido al procedimiento administrativo de "trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal. Modalidad B" por parte de la SEMARNAT, ya que es esta la autoridad facultada para realizar dicha evaluación y en su caso emitir el resolutive correspondiente. El DTU se integra como</p>

Normatividad	Vinculación
correspondiente, conforme a la normatividad ambiental.	MIA- R que incluye actividad altamente riesgosa.
<p>16. Cuando se solicite un cambio de uso de suelo de un predio, que se marque como condicionado en la tabla de compatibilidad de uso de suelo en zonas habitacionales mixtas o colindantes a zonas habitacionales, que por su riesgo, o percepción de él, impacto en el tráfico, generación de ruido u otro factor pueda representar molestias a las zonas habitacionales, se requerirá la firma de conformidad de los vecinos habitacionales colindantes.</p>	<p>De acuerdo con la carta de zonificación de “Uso de suelo, reservas y Destinos”, el área del Proyecto se ubica en la zona clasificada como Reserva Condicionada Mixta (RCM), que por su ubicación estratégica pueden alojar usos especiales según la ciudad requiera al momento de su urbanización o utilización.</p> <p>Por otro lado, la vocación actual del suelo es considerada como forestal, razón por la cual se elabora el presente DTU del trámite de cambio de uso de suelo forestal, modalidad B- regional . El Proyecto no prevé un impacto en el tráfico, y en cuanto al ruido u otro factor que pueda representar molestias, a las zonas habitacionales. Lo anterior, no se prevé debido a que, al momento, alrededor del predio de la Central no hay zonas habitacionales, aunado a que se implementarán medidas de prevención para mitigar el ruido en las diferentes etapas, tales como:</p> <p>La maquinaria y vehículos se utilizarán de manera ordenada y programada de acuerdo con las actividades a desarrollar durante el periodo de las etapas de preparación del sitio y construcción, se realizará el monitoreo de ruido perimetral a fin de verificar el cumplimiento de los límites máximos permisibles de la NOM-081-SEMARNAT-1994 y el Acuerdo por el que se modifica el numeral 5.4 de dicha norma el 3 de diciembre de 2013.</p> <p>Asimismo, se contempla la implementación de una barrera de amortiguamiento, dicha área ayudara a minimizar el impacto por efecto de ruido generado por la Central al exterior y el efecto visual derivado de la construcción y operación del Proyecto</p>

El ámbito de validez espacial de este instrumento está acotado a la delimitación del Centro de Población, el cual comprende el área urbana actual, reservas de crecimiento, reservas

de crecimiento habitacional futuro y reservas de protección natural. Es decir, corresponde al espacio territorial en que las autoridades del municipio, el estado y la federación ejercen en forma concurrente y coordinada, en el ámbito de sus respectivas jurisdicciones y competencias, sus atribuciones para las acciones de planeación y regulación de la conservación, mejoramiento y crecimiento del Centro de Población.

El límite del Centro de Población de San Luis Río Colorado se ha definido como un polígono que cubre una superficie de 127,102 hectáreas; el Proyecto en lo general se ubica dentro de la Zonificación Primaria, y en lo específico dentro de la estrategia de usos de suelo considerada como Área Urbanizable, entendida esta como aquella concebida para la futura expansión de la estructura urbana. Las áreas indicadas como reserva fueron determinadas considerando los requerimientos del Centro de Población para satisfacer las necesidades de crecimiento de la población e industria, así como de otros usos complementarios para



dar servicio a éstos, tal y como se observa en la Figura III.7.:

Figura III.7. Ubicación del proyecto dentro de la Zonificación Primaria del Programa de Desarrollo Urbano del Centro Población, San Luis Río Colorado, Sonora

Una vez delimitado el ámbito de validez espacial de este instrumento, el mismo establece políticas y estrategias que habrán de contemplarse para el óptimo desarrollo del centro de población del municipio de San Luis Río Colorado. En la Tabla III.14. se establece la vinculación de estos con el Proyecto.

Tabla III.14. Vinculación del Proyecto con las políticas y estrategias del Programa de Desarrollo Urbano del Centro Población, San Luis Río Colorado, Sonora

Descripción	Vinculación
Políticas de desarrollo urbano	
<p>El desarrollo del crecimiento y el fortalecimiento del área construida actual, según la línea de crecimiento económico y social estarán marcados a su vez, por la simplificación de los modos de generar el crecimiento del área urbanizada, buscando optimizar las futuras inversiones con la intención de hacer más eficientes los presupuestos públicos y privados en materia de infraestructura y desarrollo urbano.</p>	<p>El Proyecto estima que con el desarrollo y la entrada en operación del Proyecto se crearán empleos temporales en poblaciones aledañas, presentándose una derrama económica a la vez que se podrán atender nuevas solicitudes de servicio generando con ello empleos permanentes. Asimismo, se tendrá la infraestructura eléctrica suficiente que impulsará el crecimiento no solo de la economía del municipio del San Luis Río Colorado, Estado de Sonora, sino que además tendrá trascendencia más allá de dicha entidad.</p> <p>En lo colectivo el Proyecto es un precursor de beneficios como:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrollo de infraestructura local para prestación de servicios asociados con la construcción, la operación y mantenimiento del Proyecto ▪ Creación de fuentes de empleo a nivel regional ▪ Creación de fuentes de empleo en la etapa de operación para el mantenimiento y preservación de las instalaciones. ▪ Fomento a la inversión Nacional y Extranjera, y ▪ Atención a la demanda de energía eléctrica de la región para abastecer el Sistema Interconectado Baja California (SIBC).
Políticas de crecimiento	
<p>Integración e Infraestructura.- Todos los desarrollos y fraccionamientos, sean habitacionales, comerciales o industriales, estarán condicionados a la factibilidad y disponibilidad de los servicios (agua, drenaje y</p>	<p>El Proyecto desde el diseño considero estos temas como importantes, motivo por el cual, tal y como se ha mencionado, como fuente de suministro de agua y ante</p>

Descripción	Vinculación
<p>electricidad) y quienes los promuevan deberán ejecutar o aportar, en la parte proporcional que le corresponda, las obras necesarias para dotar de servicios al desarrollo, incluidas las obras de liga y pavimentación de al menos un acceso con características de calle colectoras o de superior jerarquía, con el eje estructurador que ha de servir como conector con el resto de la ciudad y la región.</p>	<p>las restricciones para el uso de agua de pozo o algún cuerpo de agua superficial, se contempla el uso de pipas para el suministro, la cual se almacenará en un tanque de 700 m³.</p>
<p>Reservas Condicionadas Mixtas. - San Luis permitirá la dotación de áreas especiales, que permitan el crecimiento estratégico según las necesidades que la ciudad presente, donde pudieran alojarse usos especiales como la generación de energías renovables, y usos de actividades compatibles tanto para el desarrollo habitacional como actividades mixtas o industriales de bajo impacto.</p>	<p>El Proyecto se ubica bajo esta categoría, la cual se define como una zona especial que por su ubicación estratégica pueden alojar usos especiales según la ciudad requiera al momento de su urbanización o utilización.</p>
Políticas de conservación	
<p>Conservación del uso de suelo. - Para evitar conflictos urbanos se deberá mantener control sobre el uso del suelo, evitando que se presenten mezclas incompatibles o no deseables. No obstante, el estado de segregación de usos de suelo no es el estado deseable para el centro de población, sino la adecuada mezcla de usos, protegiendo en todo caso la integridad, tranquilidad y funcionamiento de las zonas habitacionales, cuidando que en los límites, especialmente entre lotes habitacionales y los que contengan otros usos, se generen los amortiguamientos y medidas de seguridad correspondientes para garantizar la coexistencia armónica entre los diversos usos.</p>	<p>Como ya se ha expuesto la vocación del uso de suelo a nivel local es compatible con este instrumento, por lo que no se generará ningún conflicto con la planeación de desarrollo del Centro Urbano de San Luis Río Colorado.</p>
Actividad económica	
<p>Localización, Logística y Vocaciones Productivas ... Con relación a las ventajas competitivas de la región, y con base en la priorización de vocaciones productivas del municipio, la estrategia deberá orientarse a consolidar las industrias “maduras” (agrícola, agroindustrial e industria de Programa de Desarrollo Urbano del</p>	<p>Para el logro de estas actividades económicas, será indispensable contar con la disponibilidad energética que el Proyecto pretende garantizar.</p>

Descripción	Vinculación
<p>Centro Población, San Luis Río Colorado, Sonora. III. 12 confección); fortalecer los sectores en crecimiento (manufactura, turismo y servicios médicos); e impulsar y crear condiciones para el despegue de las actividades emergentes (logística y energías alternativas).</p>	
Estrategia para el desarrollo urbano	
<p>Usos de Suelo 1.- Zonificación Primaria. Dentro del Centro de Población de San Luis Río Colorado se considera una zonificación primaria estableciendo las áreas necesarias para el funcionamiento de la ciudad: el área urbana actual, el área de reserva de crecimiento futuro, el área de preservación y las zonas de conservación ecológica ... Se entiende por Áreas Urbanizable (Área de Reserva) las que se dedicarán a la futura expansión de la estructura urbana. Las áreas indicadas como Reserva fueron determinadas considerando los requerimientos del Centro de Población para satisfacer las necesidades de crecimiento de la población e industria, así como de otros usos complementarios para dar servicio a éstos.</p>	<p>El Proyecto, en lo general, se ubica dentro de la Zonificación Primaria, mientras que en, lo específico, se localiza en la estrategia de usos de suelo considerada como Área Urbanizable, la cual permite la existencia de la industria, así como de otros usos complementarios para dar servicios a estos con los que se asocia directamente y de forma positiva el objetivo y alcance del Proyecto.</p>
<p>2.- Usos, Reservas y Destinos del Suelo. ... El suelo urbano que conforman los predios, puede ser propiedad privada o pública, se dedican a la realización de actividades y funciones necesarias para el funcionamiento de la ciudad y se clasifican en Usos, Reservas y Destinos del Suelo. USO DE SUELO. - Son los fines particulares a los que pueden dedicarse determinadas zonas, áreas y predios del Centro de Población. Se clasifican en USOS GENÉRICOS, que a su vez se dividen en GRUPOS DE USOS y estos últimos en USOS ESPECÍFICOS. De acuerdo a las funciones y actividades humanas que pueden desarrollarse en el Centro</p>	<p>El Proyecto se ubica en la Zona primaria del Centro de Población y de acuerdo con esta estrategia dentro de las funciones y actividades humanas que pueden desarrollarse en el centro de población hay usos genéricos, como lo es el Industrial, el Proyecto pertenece a la industria eléctrica, por lo que su desarrollo es compatible con los usos permitidos dentro de la poligonal. Por otro lado, el área del Proyecto se ubica dentro de la categoría RCM, vocación de suelo que se encuentra inmersa en la zonificación primaria, y bajo esta tesitura la industria está permitida.</p>

Descripción	Vinculación
<p>de Población de USOS GENÉRICOS pueden ser:</p> <p>...</p> <p>INDUSTRIAL. - Donde se realizan las actividades productivas relacionadas con la transformación, ensamble o confección de productos; deberán reunir las características de infraestructura, vialidad, amortiguamiento y seguridad para las actividades en ellas realizadas.</p> <p>RESERVAS. - Representan las áreas del Centro de Población que serán utilizadas para su futuro crecimiento. Se distinguen los siguientes tipos: Reservas Condicionadas Mixtas (RCM) Dentro de las reservas se habrán de destinar las áreas necesarias para el correcto funcionamiento de los sectores en crecimiento; que incluirán otros usos y destinos futuros del suelo y que habrán de ser definidos en base a lo establecido en el Nivel Normativo.</p>	
<p>3.- Clasificación de Usos de Suelo y Corredores. Con el fin de ordenar el territorio y propiciar la adecuada distribución de los usos, reservas y destinos del suelo que se den a los diferentes predios del centro de población y la compatibilidad entre ellos, se utilizan dos criterios de ubicación especial: la zonificación y los corredores urbanos.</p> <p>USOS DE SUELO. - Son las áreas que por sus características físicas y usos predominantes conforman zonas homogéneas, que han sido clasificadas y representadas gráficamente en el Plano de Usos, Reservas y Destinos de Suelo (EUS-01).</p> <p>A. USO DE SUELO: Las zonas en el Centro de Población de San Luis Río Colorado se han clasificado de la siguiente manera:</p> <p>...</p> <p>RESERVA CONDICIONADA MIXTA (RCM) Son Zonas especiales, que por su ubicación estratégica pueden alojar usos especiales según la ciudad requiera al momento de su urbanización o utilización. En el Programa de Centro de Población de</p>	<p>El área del Proyecto se ubica dentro del uso de suelo considerado como Reserva Condicionada Mixta (RCM), tal y como se observa en la siguiente Figura III.1.</p> <p>Ahora bien, en el uso de suelo RCM se permite el desarrollo de la industria, bajo condiciones de crecimiento de la ciudad de San Luis Río Colorado y al uso de suelo de la zona, de la tal que el Proyecto cumple con estos parámetros legales. El crecimiento de la ciudad de San Luis Río Colorado ha generado una insuficiencia y desabasto de energía eléctrica que el Proyecto pretende resolver.</p> <p>No obstante lo anterior, el Promoviente gestionará la licencia de uso de suelo que tenga a bien expedir el municipio de San Luis Río Colorado.</p>

Descripción	Vinculación
<p>SLRC, se ubican en el sureste de la ciudad y podrá alojar usos diversos tales como Uso Habitacional, Uso Industrial, Uso Mixto, Equipamientos, Instalaciones de Infraestructuras para la generación de energía solar y usos compatibles (Ver tabla de compatibilidad).</p> <p>Localización: Se localizan zonas de reserva condicionada mixta en el área de crecimiento al este de la ciudad, colindando con reservas habitacionales y reservas industriales.</p> <p>Superficie: 4,1328.40 ha</p> <p>Usos de Suelo: Los terrenos se encuentran actualmente desocupados, colindando al noroeste con algunas industrias y equipamientos educativos como el CESUES y CONALEP y áreas habitacionales. Al sur colinda con la prolongación de la Av. Argentina.</p> <p>Usos Propuestos: Reservas destinadas a usos Industriales y habitacionales, condicionada al crecimiento que se dé en la ciudad y al uso de suelo de la zona.</p>	

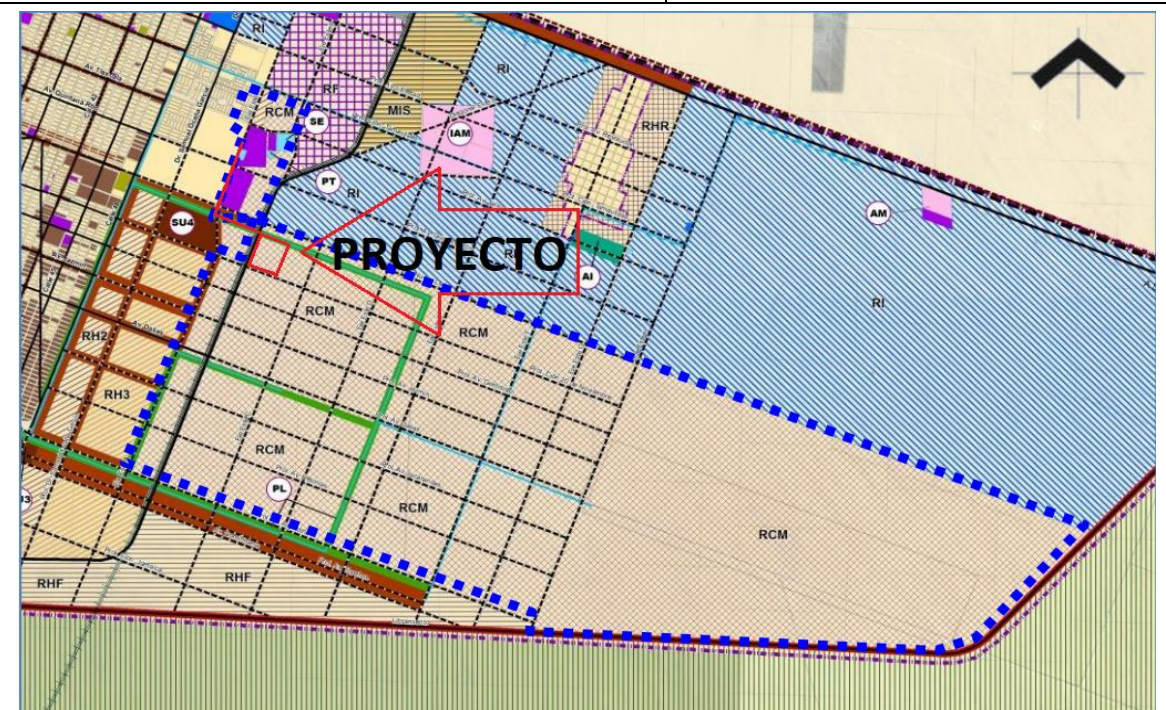


Figura III.1. Ubicación del Proyecto en el Plano de Usos, Reservas y Destinos de Suelo

III.6 Otros Instrumentos

III.6.1 Leyes Y Reglamentos Federales

III.6.1.1 Ley General Del Equilibrio Ecológico Y La Protección Al Ambiente

Tabla III.15. Vinculación con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Artículo	Vinculación
<p>SEMARNAT-09-007-B.- Dentro del Registro Federal de Trámites y Servicios, registrado por la SEMARNAT con la homoclave SEMARNAT-09-001-B y el nombre oficial del mismo es “Trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal. Modalidad B”, tiene su fundamento jurídico en el Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar un trámite único ante la SEMARNAT. Las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes.</p>	<p>Se pretende obtener un solo procedimiento administrativo el trámite relativo a la autorización de impacto ambiental para las obras y/o actividades que se van a someter al procedimiento de evaluación de impacto ambiental del proyecto CCCI Parque Industrial, se encuentran señaladas en la fracción VII del artículo 28 de la LGEEPA y se requiere de la autorización de cambio de uso de suelo forestal a que se refiere el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable</p>
<p>Art 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:</p> <p>II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;</p> <p>VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;</p>	<p>A la par del presente documento técnico unificado del trámite de cambio de uso de suelo forestal, se ingresará para su dictaminación, el DTU de este proyecto.</p>

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B - REGIONAL

Artículo	Vinculación
<p>Art 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.</p>	<p>A la par del presente DTU, se ingresará para su dictaminación.</p>
<p>Art. 110.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.</p>	<p>Se llevarán a cabo las acciones preventivas y en su caso correctivas que sean necesarias para reducir y controlar las emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes de las fuentes móviles que se utilicen en el proyecto, tanto en la construcción como en la etapa de operación y mantenimiento.</p>
<p>Art. 134.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios: II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;</p>	<p>Se realizará un manejo adecuado de todos los residuos que se generen, de acuerdo con las medidas de prevención y mitigación planteadas en el presente estudio.</p>
<p>Art 151.- La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó. Quienes generen, reúsen o reciclen residuos peligrosos, deberán hacerlo del conocimiento de la Secretaría en los términos previstos en el Reglamento de la presente Ley.</p>	<p>Siempre que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos, se deberá cerciorar que el proveedor de dichos servicios cuente con las autorizaciones respectivas por parte de la Secretaría. Al mismo tiempo, como generador de residuos peligrosos, se deberá realizar el registro correspondiente ante la delegación de la Secretaría en el estado de Sonora.</p>
<p>Art. 155.- Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites</p>	<p>Siempre que se genere ruido, vibraciones, energía térmica, energía lumínica y contaminación visual; se atenderá a lo establecido en esta ley y las</p>

Artículo	Vinculación
<p>máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud.</p> <p>En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.</p>	<p>que resulten aplicables, cumpliendo con los límites establecidos en las mismas, llevando a cabo las acciones preventivas y correctivas necesarias para evitar los efectos perjudiciales de dichos contaminantes.</p>

III.6.1.2 Reglamento De La Ley General Del Equilibrio Ecológico Y Protección Al Ambiente En Materia De Evaluación De Impacto Ambiental.

Tabla III.16. Vinculación con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental

Artículo	Vinculación
<p>Art. 5.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:</p> <p>K) Industria eléctrica:</p> <p>I. Construcción de plantas nucleoelectricas, hidroelectricas, carboelectricas, geotermoelectricas, eolelectricas o termoelectricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogás, con excepción de las plantas de generación con una capacidad menos o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales.</p> <p>O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas:</p> <p>I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros</p>	<p>A la par del presente DTU del Trámite de Cambio de Uso de Suelo Forestal modalidad B-Regional, se ingresará para su dictaminación, el documento técnico unificado de este proyecto.</p>

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B - REGIONAL

Artículo	Vinculación
cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables.	

III.6.1.3 Ley General Para La Prevención Y Gestión Integral De Los Residuos

Tabla III.17. Vinculación con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Artículo	Vinculación
<p>Art. 2.- En la formulación y conducción de la política en materia de prevención, valorización y gestión integral de los residuos a que se refiere esta Ley, la expedición de disposiciones jurídicas y la emisión de actos que de ella deriven, así como en la generación y manejo integral de residuos, según corresponda, se observarán los siguientes principios:</p> <p>III. La prevención y minimización de la generación de los residuos, de su liberación al ambiente, y su transferencia de un medio a otro, así como su manejo integral para evitar riesgos a la salud y daños a los ecosistemas;</p> <p>IV. Corresponde a quien genere residuos, la asunción de los costos derivados del manejo integral de los mismos y, en su caso, de la reparación de los daños;</p>	<p>Durante la ejecución del Proyecto deberá prevenirse y minimizarse la generación de residuos, así como su liberación al ambiente y transferencia a otros sitios. Al mismo tiempo deberá asumirse el costo de su manejo. Se instalarán contenedores para los residuos sólidos urbanos, los residuos de manejo especial se dispondrán de acuerdo con lo establecido por el gobierno del estado de Sonora, mientras que los residuos peligrosos se manejarán de acuerdo a lo estipulado en la normatividad vigente y se dispondrán con prestadores de servicio que cuenten con las autorizaciones correspondientes de SEMARNAT y SCT para el caso del transporte.</p>
<p>Art. 16.- La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los</p>	<p>Se determinarán la clasificación de los residuos como peligrosos al momento del registro como generador ante la Secretaría.</p>

Artículo	Vinculación
conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.	
Art. 40.- Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.	El manejo de los residuos que resulten clasificados como peligrosos deberá ser conforme a los que establece la presente Ley, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas que resulten aplicables.
Art. 41.- Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.	Se reitera el manejo de los residuos peligrosos de acuerdo a lo que estipula la presente Ley, tanto por parte del generador, como del gestor que en su caso se contrate para el transporte y disposición final.
<p>Art. 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.</p> <p>La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.</p> <p>Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.</p>	Siempre que se contraten los servicios de alguna empresa o gestor autorizados para el manejo y disposición final, se deberá corroborar que dicha empresa o gestor cuente con las autorizaciones respectivas y vigentes emitidas por la Secretaría.
Art. 45.- Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y	Como generador de residuos peligrosos, éstos se deberán identificar, clasificar y

Artículo	Vinculación
<p>manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.</p> <p>En cualquier caso los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.</p>	<p>manejar de acuerdo a lo dispuesto por esta Ley, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas que resulten aplicables.</p> <p>Las instalaciones donde se hubieren generado los residuos, así como en su caso los almacenes temporales de los mismos deberán quedar libres de residuos peligrosos y de toda contaminación que pudiera representar un peligro a la salud, una vez concluido el proyecto.</p>
<p>Art. 48.- Las personas consideradas como microgeneradores de residuos peligrosos están obligadas a registrarse ante las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas o municipales, según corresponda; sujetar a los planes de manejo los residuos peligrosos que generen y que se establezcan para tal fin y a las condiciones que fijen las autoridades de los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios competentes; así como llevar sus propios residuos peligrosos a los centros de acopio autorizados o enviarlos a través de transporte autorizado, de conformidad con las disposiciones legales aplicables.</p> <p>El control de los microgeneradores de residuos peligrosos, corresponderá a las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas y municipales, de conformidad con lo que establecen los artículos 12 y 13 del presente ordenamiento.</p>	<p>En función de que la generación de residuos peligrosos durante el proyecto se estima será muy por debajo de los 400 kg anuales, y considerando lo que establece el Artículo 42, Fracción III del Reglamento de la presente Ley, el proyecto se categoriza como micro generador, en función de lo cual, puede transportar los residuos peligroso que genera, debidamente embalados, a el centro de acopio autorizados, así mismo deberá registrarse ante las autoridades competentes.</p>
<p>Art. 54.- Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.</p>	<p>En todo momento, el manejo de los residuos peligrosos generados deberá evitar su mezcla.</p>
<p>Art. 55.- La Secretaría determinará en el Reglamento y en las normas oficiales mexicanas, la forma de manejo que se dará a los envases o embalajes que contuvieron</p>	<p>Los embalajes y envases que se utilicen para el almacenamiento y transporte de residuos peligrosos no deberán ser utilizados para un fin diferente al mismo.</p>

Artículo	Vinculación
<p>residuos peligrosos y que no sean reutilizados con el mismo fin ni para el mismo tipo de residuo, por estar considerados como residuos peligrosos.</p> <p>Asimismo, los envases y embalajes que contuvieron materiales peligrosos y que no sean utilizados con el mismo fin y para el mismo material, serán considerados como residuos peligrosos, con excepción de los que hayan sido sujetos a tratamiento para su reutilización, reciclaje o disposición final.</p> <p>En ningún caso, se podrán emplear los envases y embalajes que contuvieron materiales o residuos peligrosos, para almacenar agua, alimentos o productos de consumo humano o animal.</p>	<p>Y deberán ser manejados y dispuestos como tales cuando ya no se utilicen.</p>
<p>Art. 56.- La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas para el almacenamiento de residuos peligrosos, las cuales tendrán como objetivo la prevención de la generación de lixiviados y su infiltración en los suelos, el arrastre por el agua de lluvia o por el viento de dichos residuos, incendios, explosiones y acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames.</p> <p>Se prohíbe el almacenamiento de residuos peligrosos por un periodo mayor de seis meses a partir de su generación, lo cual deberá quedar asentado en la bitácora correspondiente. No se entenderá por interrumpido este plazo cuando el poseedor de los residuos cambie su lugar de almacenamiento. Procederá la prórroga para el almacenamiento cuando se someta una solicitud al respecto a la Secretaría cumpliendo los requisitos que establezca el Reglamento.</p>	<p>En caso de que se almacenen residuos peligrosos de forma temporal antes de su traslado a un centro de acopio o de su recolección por parte de una empresa autorizada por la Secretaría para tal efecto; dicho almacenamiento deberá cumplir con las características que menciona el presente artículo.</p>

III.6.1.4 Reglamento De La Ley General Para La Prevención Y Gestión Integral De Los Residuos

Tabla III.18. Vinculación con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Artículo	Vinculación
<p>Art. 35.- Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente:</p> <p>I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;</p> <p>II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley,</p> <p>III. Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechados.</p> <p>Los residuos peligrosos listados por alguna condición de corrosividad, reactividad, explosividad e inflamabilidad señalados en la fracción II inciso a) de este artículo, se considerarán peligrosos, sólo si exhiben las mencionadas características en el punto de generación, sin perjuicio de lo previsto en otras disposiciones jurídicas que resulten aplicables.</p>	<p>Se realizará la identificación de los residuos peligrosos de acuerdo con lo que establece este artículo.</p>
<p>Art. 42.- Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son:</p> <p>III. Microgenerador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.</p>	<p>En función de la generación estimada, el proyecto se caracteriza como microgenerador.</p>
<p>Art. 43.- Las personas que conforme a la Ley estén obligadas a registrarse ante la Secretaría como generadores de residuos peligrosos se sujetarán al siguiente procedimiento [...]</p>	<p>Se realizará el registro correspondiente ante la autoridad respectiva.</p>
<p>Art. 68.- Los generadores que por algún motivo dejen de generar residuos peligrosos deberán presentar ante la Secretaría un aviso por escrito que contenga el nombre, denominación o razón social, número de registro o autorización, según sea el caso, y la explicación correspondiente.</p>	<p>Cuando se dejen de generar residuos peligrosos, se avisará a la autoridad ante la cual se realizó el registro.</p>
<p>Art. 83.- El almacenamiento de residuos peligrosos por parte de microgeneradores se realizara de acuerdo con lo siguiente:</p> <p>I. En recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios;</p> <p>II. En lugares que eviten la transferencia de contaminantes al ambiente y garantice la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo, y</p> <p>III. Se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que establezcan previsiones específicas para la microgeneración de residuos peligrosos.</p>	<p>El almacén temporal de residuos peligrosos se realizará de acuerdo a lo estipulado en el presente artículo.</p>

Artículo	Vinculación
Art. 84.- Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.	Los residuos peligrosos no serán almacenados por más de 6 meses y se procederán a su disposición mediante una empresa autorizada por la Secretaría.

III.6.1.5 Ley General De Vida Silvestre

Tabla III.19. Vinculación con la Ley General de Vida Silvestre

Artículo	Vinculación
Art. 4.- Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.	Se respetará a la vida silvestre en el área del proyecto, se contempla la realización de programas de rescate, así mismo durante la ejecución del proyecto se concientizará al personal en este tema.
Art. 29.- Los Municipios, las Entidades Federativas y la Federación, adoptarán las medidas de trato digno y respetuoso para evitar o disminuir la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor que se pudiera ocasionar a los ejemplares de fauna silvestre durante su aprovechamiento, traslado, exhibición, cuarentena, entrenamiento, comercialización y sacrificio.	En caso de encontrar un ejemplar de vida silvestre, se deberá dar un trato digno y respetuoso al mismo, y en su caso recurrir a las medidas de rescate establecidas en el presente estudio.

III.6.1.6 Ley General De Desarrollo Forestal Sustentable

Tabla III.20. Vinculación con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Artículo	Vinculación
Art. 93.- La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal. En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta	El presente DTU es de alcance para obtener la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales por parte de la SEMARNAT.

Artículo	Vinculación
<p>debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate.</p> <p>Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables. Tratándose de terrenos ubicados en territorios indígenas, la autorización de cambio de uso de suelo además deberá acompañarse de medidas de consulta previa, libre, informada, culturalmente adecuada y de buena fe, en los términos de la legislación aplicable. Para ello, la Secretaría se coordinará con el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas.</p>	

III.6.1.7 Reglamento De La Ley General De Desarrollo Forestal Sustentable

Tabla III.21. Vinculación con el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Artículo	Vinculación
<p>Art. 141.- Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener, por lo menos, lo siguiente:</p> <p>I. Descripción del o los usos que se pretendan dar al terreno;</p> <p>II. Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el Cambio de uso del suelo en los Terrenos forestales, precisando su localización geográfica en los planos del predio correspondiente, los cuales estarán georeferenciados y expresados en coordenadas UTM;</p> <p>III. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la Cuenca hidrográfica, subcuenca y microcuenca, donde se encuentra ubicada la superficie solicitada incluyendo clima, tipos de suelo, topografía, hidrografía, geología y la composición y estructura florística por tipos de vegetación y composición de grupos faunísticos;</p>	<p>El presente DTU es de alcance para obtener la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales por parte de la SEMARNAT. Mismo que cumple con lo establecido en el presente artículo, este capítulo corresponde al inciso XV.</p>

Artículo	Vinculación
<p>IV. Descripción de las condiciones del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales, que incluya clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna;</p> <p>V. Un análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica, que permita determinar el grado de afectación por el Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales;</p> <p>VI. Un análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la Vegetación forestal;</p> <p>VII. Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las Materias primas forestales derivadas del Cambio de uso del suelo;</p> <p>VIII. Plazo propuesto y la programación de las acciones para la ejecución del Cambio de uso de suelo;</p> <p>IX. Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el Cambio de uso de suelo;</p> <p>X. Medidas de prevención y mitigación por la afectación sobre los Recursos forestales, el suelo, el agua, la flora y fauna silvestres aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del Cambio de uso de suelo;</p> <p>XI. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de uso de suelo propuesto;</p> <p>XII. Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso desuelo se mantenga;</p> <p>XIII. Datos de inscripción en el Registro del Prestador de Servicios forestales que haya elaborado el estudio, y del que estará a cargo de la ejecución del Cambio de uso de suelo;</p> <p>XIV. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías, las normas</p>	

Artículo	Vinculación
oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables, y XV. Los demás requisitos que establezcan otras disposiciones jurídicas.	

III.6.1.8 Ley General De Cambio Climático

La presente Ley es de orden público, interés general y de observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción; establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático, por ende, es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico (artículo 1).

Esta Ley tiene por objeto:

- Garantizar el derecho a un medio ambiente sano, estableciendo la concurrencia de facultades entre los tres órdenes de gobierno en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero;
- Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático. (artículo 2 fracciones I y II).

La federación, las entidades federativas, el Distrito Federal y los municipios ejercerán sus atribuciones para la mitigación y adaptación al cambio climático, de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta ley y en los demás ordenamientos legales aplicables. (Artículo 5).

En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:

- Sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y los elementos naturales que los integran;
- Corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad en general, en la realización de acciones para la mitigación y adaptación a los efectos adversos del cambio climático;
- Precaución, cuando haya amenaza de daño grave o irreversible, la falta de total certidumbre científica no deberá utilizarse como razón para posponer las medidas de mitigación y adaptación para hacer frente a los efectos adversos del cambio climático;
- Prevención, considerando que ésta es el medio más eficaz para evitar los daños al medio ambiente y preservar el equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático;
- Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause (Artículo 26 fracciones I, II, III, IV y VIII).

La política nacional de adaptación frente al cambio climático se sustentará en instrumentos de diagnóstico, planificación, medición, monitoreo, reporte, verificación y evaluación, tendrá como objetivos:

- Reducir la vulnerabilidad de la sociedad y los ecosistemas frente a los efectos del cambio climático:
- Fortalecer la resiliencia y resistencia de los sistemas naturales y humanos;
- Minimizar riesgos y daños, considerando los escenarios actuales y futuros del cambio climático. (Artículo 27 fracciones I, II y III).

La federación, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus competencias, deberán ejecutar acciones para la adaptación en la elaboración de las políticas, la Estrategia Nacional, el Programa y los programas en los siguientes ámbitos:

- Energía, industria y servicios; (ARTÍCULO 28, fracción V).

De acuerdo con el artículo 29, de las acciones consideradas de adaptación, es vinculante con la fracción VI. La construcción y mantenimiento de infraestructura. Para este caso sería la construcción del Proyecto CCI Parque Industrial y obras asociadas.

Así mismo el artículo 30 de esta Ley, la cual a letra dice:

Las dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus competencias, implementarán acciones para la adaptación conforme a las disposiciones siguientes.

De estas disposiciones mencionadas las vinculantes al proyecto se relacionan en el siguiente cuadro:

Tabla III.22. Disposiciones para implementar acciones de adaptación al Cambio Climático.

Fracción	Vinculación
XVIII. Fortalecer la resistencia y resiliencia de los ecosistemas terrestres, playas, costas y zona federal marítima terrestre, humedales, manglares, arrecifes, ecosistemas marinos y dulceacuícolas, mediante acciones para la restauración de la integridad y la conectividad ecológicas.	Si bien el proyecto al momento de su construcción genera el impacto de la fragmentación del área con vegetación natural, debido a la remoción de la vegetación en el área del mismo, se llevarán a cabo programas de rescate de flora como una medida de mitigación por la remoción de vegetación que sufra el área del proyecto.

Para el caso de las políticas públicas para la mitigación, el artículo 33 de esta Ley menciona un total de 16 objetivos de estas políticas, de los cuales en el siguiente cuadro se enlistan los vinculantes a este proyecto:

Tabla III.23. Objetivos de las políticas públicas para la mitigación.

Fracción	Vinculación
I. Promover la protección del medio ambiente, el desarrollo sustentable y el derecho a un medio ambiente sano a través de la mitigación de emisiones.	Durante el desarrollo del proyecto se utilizarán maquinaria y vehículos en buenas condiciones de operación a fin de minimizar la emisión de gases. Además, se deberán mantener en constante mantenimiento y chequeo, para evitar lo mayor posible la afectación al medio ambiente por emisiones.

Finalmente, de acuerdo con lo estipulado en el artículo 34 que a letra dice:

Para reducir las emisiones, las dependencias y entidades de la administración pública federal, las Entidades Federativas y los Municipios, en el ámbito de su competencia, promoverán el diseño y la elaboración de políticas y acciones de mitigación asociadas a los sectores correspondientes, considerando las disposiciones siguientes.

En este caso se enlistan en la Ley un total de VI fracciones, de estas la aplicable al proyecto es la fracción III. Reducción de emisiones y captura de carbono en el sector de agricultura, bosques y otros usos del suelo y preservación de los ecosistemas y la biodiversidad, de esta fracción se desprenden los siguientes incisos a vincular con el proyecto:

Tabla III.24. Disposiciones vinculables para la reducción de emisiones y captura de carbono en el sector de agricultura, bosques y otros usos del suelo y preservación de los ecosistemas y la biodiversidad.

Incisos	Vinculación
a) Mantener e incrementar los sumideros de carbono.	Para el proyecto en mención se desarrollará un programa de rescate de flora, dichos individuos rescatados se reubicarán en otras áreas que se encuentren impactadas o desprovistas de vegetación. Resultando de esta forma al menos mantener los sumideros de carbono como en este caso es la vegetación de desiertos arenosos.
f) Fortalecer el combate de incendios forestales y promover e incentivar la reducción gradual de la quema de caña de azúcar y de prácticas de roza, tumba y quema.	Esta actividad se preverá durante el desarrollo del proyecto, estará prohibido la utilización de fuego para cualquier actividad, así mismo, no se almacenará ningún tipo de sustancia inflamable que pueda resultar en un incidente de este tipo.

Además de cumplir con cada uno de los permisos y autorizaciones en materia ambiental, en donde se establecen compromisos para llevar a cabo acciones que permitan de alguna manera mitigar todos los impactos ocasionados al ambiente y en su caso, asumir la responsabilidad que de las mismas deriven. De acuerdo a lo

planteado en este apartado, el proyecto da cumplimiento a los principios que observa la política nacional de cambio climático.

III.6.1.9 Ley De La Industria Eléctrica

Tabla III.25. Vinculación con la Ley de la Industria Eléctrica.

Artículo	Vinculación
<p>Art. 117.- Los proyectos de infraestructura de los sectores público y privado en la industria eléctrica atenderán los principios de sostenibilidad y respeto de los derechos humanos de las comunidades y pueblos de las regiones en los que se pretendan desarrollar.</p>	<p>El presente proyecto atenderá dichos principios, así mismo se respetarán los derechos de las comunidades y pueblos de esta región del País.</p>
<p>Art. 118.- La Secretaría deberá informar a los interesados en la ejecución de proyectos de infraestructura en la industria eléctrica sobre la presencia de grupos sociales en situación de vulnerabilidad en las áreas en que se llevarán a cabo las actividades para la ejecución de los proyectos, con el fin de que se implementen las acciones necesarias para salvaguardar sus derechos.</p>	<p>En el área del proyecto no se encuentran grupos sociales en situación de vulnerabilidad, y las localidades cercanas no se verán afectadas por el desarrollo del mismo.</p>
<p>Art. 119.- Con la finalidad de tomar en cuenta los intereses y derechos de las comunidades y pueblos indígenas en los que se desarrollen proyectos de la industria eléctrica, la Secretaría deberá llevar a cabo los procedimientos de consulta necesarios y cualquier otra actividad necesaria para su salvaguarda, en coordinación con la Secretaría de Gobernación y las dependencias que correspondan. En dichos procedimientos de consulta podrán participar la CRE, las empresas productivas del Estado y sus empresas subsidiarias y filiales, así como los particulares.</p>	<p>En el área de estudio de este proyecto, no se tienen identificadas localidades indígenas, sin embargo, se está elaborando el Estudio de Impacto Social del mismo, como parte del cumplimiento a la necesidad de consulta pública de este tipo de obras.</p>
<p>Art. 120.- Los interesados en obtener permisos o autorizaciones para desarrollar proyectos en la industria eléctrica deberán presentar a la Secretaría una evaluación de impacto social que deberá contener la identificación, caracterización, predicción y valoración de los impactos sociales que podrían derivarse de sus actividades, así como las medidas de mitigación correspondientes. La Secretaría emitirá el resolutivo y recomendaciones que correspondan, en los</p>	<p>A la par de este DTU se está realizando la Evaluación de Impacto Social del proyecto, en cumplimiento a lo establecido en la Ley de la Industria Eléctrica y su reglamento.</p>

términos que señalen los reglamentos de esta Ley.	
---	--

III.6.1.10 Reglamento De La Ley De La Industria Eléctrica

Tabla III.26. Vinculación con el Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica.

Artículo	Vinculación
<p>Art. 86.- Los interesados en obtener permisos o autorizaciones para desarrollar proyectos en la industria eléctrica incluidos los relativos a la prestación del Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica deberán presentar a la Secretaría la evaluación de impacto social a que se refiere el artículo 120 de la Ley, noventa días antes de su intención de iniciar las negociaciones con los propietarios o poseedores de los terrenos donde se pretenda ubicar el proyecto de que se trate. Se otorgarán los permisos para el desarrollo de proyectos de la industria eléctrica una vez que se presente la evaluación de impacto social.</p>	<p>A la par de este DTU se está realizando la Evaluación de Impacto Social del proyecto, en cumplimiento a lo establecido en la Ley de la Industria Eléctrica y su reglamento. Se cumplirá con los tiempos establecidos en el presente artículo.</p>
<p>Art. 87.- La evaluación de impacto social deberá presentarse en un documento de acuerdo con la guía y el formato que establezca la Secretaría. La responsabilidad respecto del contenido del documento corresponderá a los interesados para obtener permisos o autorizaciones. La evaluación de impacto social contendrá la identificación de los pueblos y comunidades indígenas que se ubican en el área de influencia directa e indirecta del proyecto. La Secretaría emitirá las disposiciones administrativas que contendrán la metodología para la definición del área de influencia directa e indirecta en los proyectos de desarrollo de la industria eléctrica. La evaluación de Impacto Social contendrá la identificación, caracterización, predicción, y valoración de los impactos sociales positivos y negativos que podrían derivarse del proyecto. Deberán incluir las medidas de prevención y mitigación, así como los planes de gestión social, propuestos por los interesados en desarrollar el proyecto de la industria eléctrica. La Secretaría emitirá la resolución y las recomendaciones que correspondan a la evaluación del impacto social en un plazo de</p>	<p>La evaluación de impacto social se realizará de acuerdo a lo establecido en el presente artículo.</p>

<p>noventa días naturales, contado a partir de la presentación de dicha evaluación. La Secretaría emitirá un resolutivo y recomendaciones que corresponda en los términos que se hace referencia en el párrafo anterior. En el supuesto de que la evaluación de impacto social no satisfaga lo dispuesto en la guía a que se refiere este artículo, la Secretaría prevendrá al interesado para que en un plazo de veinte días hábiles, contado a partir del día siguiente al que reciba dicha prevención, subsane las omisiones. La prevención suspenderá el plazo a que se refiere el párrafo anterior, hasta en tanto no se subsane las omisiones.</p>	
--	--

III.6.2 Leyes Y Reglamentos Estatales Y Municipales

III.6.2.1 Ley Del Equilibrio Ecológico Y Protección Al Ambiente Del Estado De Sonora.

Tabla III.27. Vinculación con la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del estado de Sonora.

Artículo	Vinculación
<p>Art 11.- El Estado y los ayuntamientos aplicarán en la formulación y conducción de la política ambiental que les corresponda y en la expedición de las disposiciones que deriven de la presente ley, de acuerdo con sus respectivas competencias, los siguientes principios:</p> <p>III.- Las autoridades y los particulares deben asumir la responsabilidad de la protección del equilibrio ecológico;</p> <p>XII.- Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente y aproveche de manera sustentable los recursos naturales;</p>	<p>En el presente estudio se contemplan las medidas de prevención y mitigación respecto a los impactos ambientales identificados para el desarrollo y operación del proyecto.</p>
<p>Art. 117.- Las emisiones de contaminantes de los vehículos automotores que circulen en el territorio del Estado no deberán rebasar los</p>	<p>Se elaborará y cumplirá con un Programa de mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria, durante el desarrollo del proyecto.</p>

Artículo	Vinculación
límites permisibles establecidos en las normas oficiales mexicanas.	
<p>Art. 151.- En el manejo integral de residuos se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>II.- La generación de residuos, su liberación al ambiente y su transferencia de un medio a otro deben prevenirse y minimizarse, y su manejo integral debe implementarse para evitar riesgos a la salud y daños a los ecosistemas;</p> <p>III.- Corresponde a quien genere residuos la asunción de los costos derivados del manejo integral de los mismos y, en su caso, de la reparación de los daños que éstos produzcan. Toda persona física o moral que produce detenta o gestiona un residuo está obligada a asegurar su eliminación conforme a las disposiciones vigentes;</p>	<p>Se realizará el correcto manejo de todos los residuos que se generen, respetando lo establecido en las distintas leyes, reglamento y normas oficiales mexicanas, de los tres órdenes de gobierno.</p>
<p>Art. 157.- Los microgeneradores y los generadores de residuos de manejo especial serán responsables del manejo y disposición final de los residuos que generen. Ambos generadores podrán contratar los servicios de manejo y disposición final de sus residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales tratándose de los microgeneradores, o por la Comisión en el caso de los generadores de residuos de manejo especial. Asimismo, podrán transferir dichos residuos a terceros para su utilización como materias primas o insumos dentro de sus procesos, haciéndolo del conocimiento de la Comisión, previamente a su transferencia, la cual se hará mediante un plan de manejo para dichos residuos basado en la minimización de sus riesgos. Cuando se contraten los servicios a que se refiere el párrafo anterior y los residuos sean entregados a las empresas o gestores contratados, la responsabilidad por las operaciones objeto de tales contratos será de dichas empresas o gestores, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador como tal.</p>	<p>Se cumplirá con lo establecido en el presente artículo, se contempla tener áreas para el almacenamiento temporal de residuos de manejo especial durante el desarrollo del proyecto, y se dará la disposición final de acuerdo a lo que establezcan las autoridades competentes.</p>
<p>Art. 159.- Los generadores de residuos sólidos urbanos estarán obligados a entregarlos a los ayuntamientos para su reciclado, valorización</p>	<p>Se realizará la disposición de los residuos sólidos urbanos directamente a la infraestructura del municipio de San</p>

Artículo	Vinculación
o eliminación, en los términos y condiciones que se establezcan en las disposiciones reglamentarias que al efecto se emitan. Los ayuntamientos adquirirán la propiedad de dichos residuos en el momento en que se haga su entrega.	Luis Río Colorado, o en su caso se contratará una empresa encargada de dicha actividad, que cuente con las autorizaciones correspondientes.
Art. 171.- Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, olores, radiaciones electromagnéticas, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos permisibles establecidos en las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y los criterios ecológicos aplicables.	Se respetarán los límites máximos permisibles de dichas emisiones, se medirán para evitar impactos negativos al ambiente, y se propondrán medidas de corrección en caso de rebasarlos.
Art. 172.- párrafo segundo Asimismo, en la construcción de obras e instalaciones o en la realización de actividades que generen ruido, vibraciones, energía térmica, energía lumínica y olores, los responsables de las mismas deberán llevar a cabo las acciones preventivas y correctivas necesarias para evitar los efectos nocivos de dichos contaminantes.	Se contemplan dichas medidas preventivas y correctivas en el Capítulo VII del presente estudio.

III.6.2.2 Reglamento De Protección Al Ambiente Para El Municipio De San Luis Río Colorado, Sonora.

Tabla III.28. Vinculación con el Reglamento de Protección al Ambiente para el municipio de San Luis Río Colorado, Sonora.

Artículo	Vinculación
Art. 65.- Queda prohibido la quema al aire libre de cualquier tipo de residuo sólido o líquido, incluyendo la basura doméstica, hojarasca, hierba seca, esquilmos agrícolas, llantas, plásticos lubricantes, solventes y otros que contaminen, en caso necesario se pedirá autorización a la Dirección de lo contrario se aplicarán sanciones.	No se permitirá dicha actividad, todos los residuos generados serán manejados de acuerdo a lo establecido en las distintas disposiciones jurídicas, dependiendo las características de dichos residuos.
Art. 70.- Se prohíbe producir, expeler, descargar o emitir contaminantes que alteren la atmósfera o que puedan provocar degradación o molestias en perjuicio de la salud humana, la flora y fauna y en general de los ecosistemas.	No se permitirá dicha actividad, todos los residuos generados serán manejados de acuerdo a lo establecido en las distintas disposiciones jurídicas,

	dependiendo las características de dichos residuos.
Art. 99.- Todos los establecimientos mercantiles o de servicio que descarguen aguas al sistema de drenaje y alcantarillado, están obligados a implementar y operar los sistemas de reducción de contaminantes	Se contempla la inclusión de una planta de tratamiento de aguas negras para el uso de la misma en el proceso de generación de energía.
Art. 111.- Queda prohibido el depósito de materiales y/o residuos producto de cualquier actividad en sitios no autorizados por la Dirección, el transporte de estos materiales estará sujeto a lo dispuesto en este Reglamento.	Todos los residuos generados serán manejados de acuerdo a lo establecido en las distintas disposiciones jurídicas, dependiendo las características de dichos residuos.
Art.115.- Queda estrictamente prohibido tirar basura y/o desperdicios a cielo abierto, en cauces, ríos, barrancas y vía pública, así como queda prohibida la quema a cielo abierto de cualquier tipo de desecho o residuo.	Todos los residuos generados serán manejados de acuerdo a lo establecido en las distintas disposiciones jurídicas, dependiendo las características de dichos residuos.
Art. 126.- Se prohíbe la generación de vibraciones y de emisiones de energía térmica, luminosa, ruido y olores que provoquen o puedan provocar degradación o molestias en perjuicio de la salud humana y los ecosistemas.	Se cumplirá con lo establecido en el presente artículo, todos los impactos que se puedan generar al ambiente cuentan con medidas de prevención y mitigación propuestas.

III.6.2.3 Plan Estatal De Acción Ante Al Cambio Climático Del Estado De Sonora (PECC)

El Gobierno del Estado de Sonora, a través de la Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable (CEDES), y con la participación de un amplio sector de la sociedad del estado y de entidades del Gobierno Federal, se encuentra elaborando el Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático (PEACC). El objetivo del PEACC es definir una estrategia a nivel estatal para la mitigación (reducción) de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el estado que contribuyen al combate contra el cambio climático, y para la implementación de medidas de adaptación a los efectos del mismo esperadas para Sonora. El PEACC complementa las estrategias y medidas identificadas en el Programa Especial de Cambio Climático (PECC) a nivel federal y está enfocado principalmente en las acciones que Sonora puede y debe emprender a nivel estatal, en algunos casos en coordinación con dependencias de la federación. El PEACC está siendo elaborado en coordinación con el Instituto Nacional de Ecología (INE) con el fin de cumplir con los requisitos establecidos por este último para los planes estatales. **Tabla III.29.**

Tabla III.29. Vinculación del Proyecto con el Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático

Política pública Prioritaria para Suministro de energía	Vinculación
<p>2.4 – Incentivos y/o eliminación de barreras para la generación de calor combinado y energía.</p> <p>El calor y la energía combinada (CEC) pueden reducir las emisiones de GEI y aumentar la eficiencia total del uso de combustible. Sin embargo, existen numerosas barreras al CEC, incluyendo información inadecuada, barreras institucionales, altos costos de transacción debido a la pequeña escala de los proyectos, altos costos de financiamiento debido a falta de familiaridad del prestamista y el riesgo percibido, " incentivos divididos" entre los dueños de edificios y arrendatarios, y políticas relacionadas con el organismo operador tales como requisitos de interconexión, altas tasas especiales, cargos de salida, etc.</p> <p>Asimismo, la carencia de oferta o contratos a largo plazo y del pago al nivel de los costos evitados, así como la falta de reconocimiento del valor de la reducción de emisiones lograda también crean obstáculos.</p> <p>Las políticas para eliminar estas barreras pueden incluir políticas de interconexión mejoradas, tarifas mejoradas y políticas de cargos, simplificación de permisos, reconocimiento del valor de reducción de emisión proporcionado por CEC y de la generación distribuida, paquetes de financiamiento, políticas de adquisición de energía, educación y divulgación, entre otras.</p>	<p>Desde la etapa de diseño se implementa como medida sustentable el uso de combustible gas natural (siendo este el más limpio), adicional se considera en las especificaciones técnicas la implementación de equipo de última generación, el cual garantiza una mejor eficiencia en las turbinas de gas, y baja generación de emisiones, contribuyendo a disminuir los efectos adversos del cambio climático por su baja emisión de dióxido de carbono(CO₂) y óxidos de nitrógeno (NO_x), así como evita la emisión de gases como partículas suspendidas (PST) y de dióxido de azufre (SO₂), contaminantes asociados a la quema de otros combustibles fósiles como son el carbón y el combustóleo.</p> <p>En caso de requerirse de la operación de las 22 unidades con diésel los valores se encuentran por debajo de los establecido por los límites máximos permisibles, de acuerdo con el EDEA (Anexo II.1).</p>

III.5 Conclusiones

Una vez vertido lo anterior, se concluye lo siguiente:

En materia de Ordenamientos ecológicos, únicamente le aplica al proyecto el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, con el cual el proyecto se ubicará en la UAB 6, en donde el rector del desarrollo es el Turismo, las coadyuvantes del desarrollo es Forestal y los asociados al desarrollo es la preservación de flora y fauna, y una vez analizadas y vinculadas las estrategias sectoriales se determinó que no existe incompatibilidad para la realización del proyecto. Debido a que el POEGT es de observancia general para toda la Administración Pública Federal y no contiene restricciones para llevar a cabo la construcción de infraestructura eléctrica.

En cuanto a los decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas, el proyecto NO se ubicará en alguna área natural protegida en sus diferentes categorías y en sus diversos ámbitos (Federal, Estatal y Municipal), destacando que la más cercana al área del proyecto es “Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar”.

En lo que refiere a las Normas Oficiales Mexicanas, y considerando que se trata de un proyecto eléctrico, ninguna de sus actividades en las diversas etapas presenta incompatibilidades con las Normas Oficiales aplicables y presentadas en el documento, debido a que el proyecto llevará a cabo un conjunto de acciones preventivas y de mitigación, precisamente para que pueda ser construido y operado por debajo de las especificaciones que establecen las Normas Oficiales Mexicanas. De dichas acciones destacan algunas como; el programa de mantenimiento preventivo, programa de manejo integral de residuos, programa de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre.

Por lo anteriormente fundado y motivado, se concluye que para el desarrollo de las obras y/o actividades del proyecto, no se encontraron incongruencias ni incompatibilidades con los Programas de Ordenamiento Ecológico que le son vinculantes, en sus diversos niveles, Normas Oficiales Mexicanas y Áreas Naturales Protegidas, por el contrario, se observa un proceso armonioso de observancia jurídica aplicable con el que se cumple, por lo cual, se puede afirmar que la construcción del proyecto es viable con los criterios de los Ordenamientos Ecológicos y cumple con cada uno de los preceptos legales y sus elementos aludidos en el presente capítulo de forma y fondo.

III.5 Bibliografía

- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONAP) (04 de mayo de 2021). Buscador de Datos por Área Natural Protegida. Consultado <http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (04 de mayo de 2021). Catálogo Único de Claves de Áreas Geoestadísticas Estatales, Municipales y Localidades. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/app/ageeml/>.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Recuperado de <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFs/148.pdf>
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_190118.pdf
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS_050618.pdf

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B - REGIONAL

- Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT). Recuperado de <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-de-ordenamiento-ecologico-general-del-territorio-poetg>.
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y control de la contaminación. Recuperado de https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1157/1/reglamento_de_la_lgeepa_en_materia_de_prevencion_y_control_de_la_contaminacion_de_la_atmosfera.pdf
- Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPGIR_311014.pdf
- Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGDFS_311014.pdf
- Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LAN_250814.pdf
- Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (04 de mayo de 2021). Consultado en <https://mapas.semarnat.gob.mx/sigeia/#/sigeia>.



CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

Contenido

4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	4
4.1. Delimitación Del Área De Estudio Donde Se Pretende Establecer El Proyecto	4
4.2. Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional (SAR).	17
4.2.1. Caracterización Y Análisis Retrospectivo De La Calidad Ambiental De La Unidad De Análisis (Cuenca Hidrológica Forestal O Sistema Ambiental).....	18
4.3. Fauna Silvestre	153
4.3.1. Importancia Faunística Del Predio Y Área De Estudio Al Nivel Local, Regional Y Nacional.	156
4.3.2. Riqueza Potencial Aves	160
4.3.3. Riqueza Potencial Mamíferos	167
4.3.4. Inventario De Mastofauna.....	214
Índice de equidad de Pielou	220
4.3.5. Inventario De Anfibios Y Reptiles	231
4.4. Resumen Del Análisis De La Riqueza, Abundancia Y Diversidad Faunística De La Unidad De Análisis (Cuenca Hidrográfica Forestal O Sistema Ambiental) Microcuencas Desierto De Altar Y San Luis Río Colorado	245
4.5. Análisis Comparativo Del Predio Del Proyecto Con La Unidad De Análisis (Cuenca O Sistema Ambiental), Y Determinar La Representatividad De Las Especies Que Permitan, En Su Caso, Que No Se Afecta La Biodiversidad.	249
4.6. Análisis De Similitud Entre Comunidades De Fauna De La Unidad De Análisis (Cuenca O Sistema Ambiental) Y El Proyecto.	257
4.7. Acciones De Protección Y Conservación.....	272
4.8. Medio Biótico	280
4.8.1. Vegetación Terrestre	281
4.8.2. Comunidad Vegetal Presente En El Predio En Proyecto.....	286
4.8.3. Vegetación De Desiertos Arenosos	301
4.8.4. Vegetación de desiertos arenosos (VDA) (estrato arbustivo)	309
4.8.5. Vegetación De Desiertos Arenosos (Estrato Herbáceo)	315
4.8.6. Vegetación De Desiertos Arenosos (Estrato Herbáceo):	330
4.8.7. Resumen Del Análisis De La Riqueza, Abundancia Y Diversidad Florística De La Unidad De Análisis (Cuenca O Sistema Ambiental).....	336

4.8.8.	Unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado:	337
4.8.9.	Resumen Del Análisis De La Riqueza, Abundancia Y Diversidad Florística De Los Predios Sujetos A CUSTF De La Obra En Estudio	339
4.8.10.	Unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental)	348
4.9.	Medio Socioeconómico	353
4.9.1.	Ubicación Geográfica.....	355
4.9.2.	Población	359
4.9.3.	Población Indígena	362
4.9.4.	Lengua Indígena.....	364
4.9.5.	Composición Social	365
4.9.6.	Índice De Pobreza	366
4.9.7.	Índice De Rezago Social	368
	<i>Cuartos y dormitorios de la vivienda</i>	368
4.9.8.	Educación.....	369
4.9.9.	Salud	371
4.9.10.	Vivienda.....	373
4.9.11.	Economía.....	373
4.9.12.	Empleo.....	376
4.9.12.1.	Tasa de informalidad laboral	379
4.9.12.2.	Inmigración extranjera.....	380
4.9.13.	Seguridad Pública	389
4.9.14.	Industria	390
4.9.15.	Percepción de la población y aspectos socioeconómicos.....	395
4.10.	Paisaje	399
4.10.1.	Evaluación De La Calidad Intrínseca, Calidad Visual Y Absorción Visual Del Paisaje	401
4.10.2.	Calidad Visual Del Paisaje (CV) En La Cuenca O Sistema Ambiental	402
4.10.3.	Capacidad De Absorción Visual (CAV) En La Cuenca O Sistema Ambiental	408
4.10.4.	Grado De Visibilidad En La Cuenca O Sistema Ambiental	413
4.10.5.	Calidad Visual Vulnerable En La Cuenca O Sistema Ambiental.....	415

4.11. Servicios Ambientales Que Pudieran Ponerse En Riesgo Por El Cambio De Uso De Suelo	
Propuesto.....	417
4.11.1. Identificación De Los Servicios Ambientales.....	419
4.11.2. Cuantificación de los servicios ambientales.....	420
IV.1.2. Captura De Carbono, De Contaminantes Y Componentes Naturales.....	433
4.11.3. Generación De Oxígeno	438
4.11.4. Amortiguamiento Del Impacto De Los Fenómenos Naturales.....	440
IV.1.5. Modulación O Regulación Climática	443
4.11.5. Protección De La Biodiversidad De Los Ecosistemas Y Formas De Vida	445
4.11.6. Protección Y Recuperación De Suelos.....	451
4.11.7. El Paisaje Y La Recreación.....	461
4.12. Diagnóstico Ambiental	468
4.12.1. Análisis De La Riqueza, Abundancia Y Diversidad Florística.....	494
IV.5. Referencias.....	523

4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

4.1. Delimitación Del Área De Estudio Donde Se Pretende Establecer El Proyecto

De acuerdo con las disposiciones establecidas en el instructivo para la elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) del trámite de cambio de uso de suelo forestal, modalidad B-regional y en concordancia con el Artículo 7 Fracción XVI de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable *“la delimitación del área de estudio se realizará considerando las cuencas, subcuencas y microcuencas hidrológico-forestales en donde se ubicará el proyecto. Para su delimitación no solo se debe considerar la superficie en que se pretende realizar el cambio de uso de suelo en los terrenos forestales, sino también las características de las obras y actividades que se realizarán en todas las etapas del proyecto, de forma que de ser el caso, se considere el comportamiento de las emisiones a la atmósfera, la descarga de aguas residuales, el manejo de residuos, el aprovechamiento de los recursos naturales entre otros criterios para delimitar considerando una cuenca, una subcuenca o microcuenca, o inclusive más de una de estas unidades geográficas...”*

Por lo anterior, es importante definir los siguientes conceptos:

ÁREA DE ESTUDIO O SISTEMA AMBIENTAL. Es la superficie potencial por afectar por el proyecto. De acuerdo con lo que se estableció en el capítulo IV del Documento Técnico Unificado (DTU) sometido a evaluación, el área de estudio o sistema ambiental se delimitó considerando uno de los criterios que se establecen el instructivo para la elaboración del DTU del trámite de cambio de uso de suelo forestal, modalidad B-regional y en concordancia con el Artículo 7, Fracción XVI, de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable; es decir, las microcuencas.

La microcuenca se define como toda área que desarrolla su drenaje directamente al curso principal de la subcuenca. Varias microcuencas pueden conformar una subcuenca. (Por lo anterior, y como parte de una cuenca y subcuenca, la microcuenca ofrece la posibilidad de analizar todos sus elementos, espacios, componentes y actores, esto permite fundamentar la “visión integral” considerando el territorio y sus espacios como un todo funcionando en permanente dinámica y desarrollo de procesos.

La principal característica de considerar la microcuenca como unidad de planeación ambiental es en primer lugar porque tienen límites naturales claramente definidos, y en segundo, por su integralidad; es decir, reconoce las interdependencias entre los diferentes elementos del ecosistema como lo son la hidrología, la ecología, la población y las diferentes actividades que se realizan en la microcuenca (Cruz, S/F. en Seminario sobre instrumentos económicos para cuencas ambientales).

De acuerdo con Faustino *et al*, 2006, en los últimos años se han desarrollado diferentes experiencias de manejo de cuencas, muchas han logrado éxitos, pero en otros casos no ha ocurrido lo mismo. Por esta razón, basado en la experiencia de muchos proyectos, el manejo de la subcuenca o microcuenca puede ser una alternativa interesante. La intervención tiende a buscar formas o alternativas diferentes al de tomar toda la cuenca en su conjunto, zonas de tratamiento, áreas homogéneas, áreas críticas, áreas de mayor prioridad o simplemente áreas de interés específico para las comunidades que las habitan. La importancia de la subcuenca o microcuenca puede tener las siguientes variables o condiciones que determinan su importancia:

- ✓ Por el valor del recurso existente, por ejemplo, agua para uso poblacional.
- ✓ Las actividades económicas y sus efectos en el bienestar de la población.
- ✓ El interés inmediato de la población, de las instituciones locales y de las necesidades de financiamiento.
- ✓ La facilidad de concertación y coordinación.
- ✓ La degradación o conflictos ambientales que se generan en ellas, se pueden entender de manera directa.
- ✓ El efecto multiplicador de la subcuenca o microcuenca, si esta es demostrativa o de investigación.

Para poder definir la unidad de análisis, primeramente es importante se diferencie lo que señala la LGDFS respecto a una cuenca hidrográfica: Superficie geográfica delimitada por la parte más alta de las montañas a partir de la cual fluyen las corrientes de agua, las cuales se unen y desembocan a una presa, lago o al mar; constituyendo el componente básico de la región forestal, que a su vez se divide en subcuenca o microcuenca y lo que se señala en el artículo 3, fracción XVI de la Ley de Aguas Nacionales en donde define a una cuenca hidrológica que a la letra dice: la unidad del territorio, diferenciada de otras unidades, normalmente delimitada por un parte aguas o divisoria de las aguas aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad, en donde ocurre el agua en distintas formas, y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aun sin que desemboquen en el mar. En dicho espacio delimitado por una diversidad topográfica, coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna, otros recursos naturales relacionados con éstos y el medio ambiente. La cuenca hidrológica conjuntamente con los acuíferos constituye la unidad de gestión de los recursos hídricos. La cuenca hidrológica está a su vez integrada por subcuencas y estas últimas están integradas por microcuencas.

La denominación de cuenca hidrológica en cuanto a su delimitación espacial es muy amplia, porque si se considera el punto final de descarga de todos los afluentes de un sistema fluvial, que puede ser el mar, un lago interior, laguna costera e inclusive una laguna temporal, la superficie puede ser exageradamente mucho mayor al área ocupada por el sitio del proyecto, y en consecuencia sesgarse o minimizarse el efecto del proyecto al contrastar la información con el de la cuenca, por la magnitud de ésta. Lo anterior ocurre cuando se trata de obras lineales al

considerar las cuencas y las subcuencas de la administración hidrológica de la CONAGUA o INEGI. Por tal motivo sobre la base de la información de los Modelo de Digitalización de Elevación que son de mediana resolución (30 m) y de la red hidrológica superficial, se pueden delimitar microcuencas o subcuencas aportantes, que son también unidades funcionales delimitadas espacialmente en mayor concordancia a la escala propia del estudio, y así tener indicadores más realistas de los efectos del proyecto, tal es el caso de las subcuencas propuestas por CONABIO. Lo anterior es en apego a la definición de la cuenca hidrológica de la Fracción XVI del Artículo 7 de la LGDFS, 2018.

Partiendo de esta premisa y derivado del análisis de la delimitación de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal (CHF) o sistema ambiental (SA)) para este proyecto, se tomaron algunos criterios para definir dicha unidad, como: dimensiones del proyecto, que para el área de estudio tiene como base una visión integradora de los elementos del ecosistema, tomando en cuenta las características de los componentes y procesos ambientales que potencialmente pudieran interactuar con el desarrollo del proyecto para determinar en qué medida afectará la ejecución de la obra a los diferentes atributos, con el objeto de poder realizar su evaluación correspondiente, para inferir finalmente en qué sentido estos últimos pueden interactuar con el desarrollo de las actividades propuestas por la promovente en el sitio. La intención de identificar o seleccionar la mejor CHF no solo fue definir el contexto espacial con base en el cual se identificarán los impactos ambientales que pudiera generar el proyecto, sino identificar los recursos que pudiera generar el proyecto, sino identificar los recursos que conforman los ecosistemas presentes, realizando un diagnóstico general acerca de las condiciones actuales de conservación o deterioro (incluyendo además un análisis de las actividades socioeconómicas que se desarrollan en el área desde una perspectiva ambiental) a fin de establecer las medidas necesarias (acordes con el impacto real generado) que prevengan o mitiguen los efectos que pudieran disminuir su integridad funcional, y para ello, se considera que el enfoque que mejor se adapta para la delimitación de la Cuenca Hidrológica-Forestal (CHF) fue el criterio hidrológico (microcuencas hidrológicas) elaborado para definir el cuenca hidrográfica forestal (CHF) o sistema ambiental (SA) de este proyecto se utilizó a través de microcuencas, dichas microcuencas lo obtuvo en base al Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) link: <http://mapas.semarnat.gob.mx/SIGEIA4PUBLICO/BOS/Bos.php> (<http://www.semarnat.gob.mx/sigeia>) y la fuente de información de las microcuencas es de la fuente de SAGARPA-FIRCO, http://www.firco.gob.mx/proyectos/microcuencas/Paginas/micro_01.aspx, la cual cumple con los criterios técnico establecido en la definición de cuenca hidrológica-forestal.

Por su parte en 2002¹, la SAGARPA (Información vectorial 2007) instruyó al Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) para que implementara el Programa Nacional de Microcuencas, que tiene como premisa fundamental la identificación de necesidades y oportunidades en unidades territoriales definidas como microcuencas, a través de procesos de planeación-gestión-acción documentados en Planes Rectores de Producción y Conservación (PRPC), en estos documentos, se establecen propuestas de desarrollo integral que posteriormente son presentadas en proyectos específicos en beneficio de los habitantes de las microcuencas atendidas, contribuyendo a un desarrollo rural integral y fortaleciendo la rehabilitación y conservación de los recursos naturales. El PNM tiene como Fin contribuir a que la población de las microcuencas, principalmente de alta y muy alta marginación, obtenga los satisfactores mínimos de bienestar y las oportunidades de desarrollo integral que demandan y como Propósito la planeación-acción-gestión participativa aplicada al desarrollo rural integral a nivel de microcuencas. Del análisis se concluye que el diseño del Programa es adecuado para cumplir el Propósito y Fin planteado, aunque la cobertura del PNM es aún reducida a nivel nacional. Las principales áreas de atención del Programa son la conservación del medio ambiente y los recursos naturales y el desarrollo de actividades que generan el desarrollo sustentable en las microcuencas. Se enfoca a dar apoyos a nivel municipal, priorizando las zonas de alta y muy alta marginación, para la generación de Planes Rectores de Producción y Conservación y la elaboración de proyectos específicos.

Derivado de lo anterior a lo largo de este documento se estarán utilizando los términos “unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal (CHF) o sistema ambiental (SA) y área o sitio de Proyecto”, estos son los niveles geográficos de análisis y por tanto es importante precisarlos, pues de ellos se desprende la descripción de los elementos físicos y biológicos de la cuenca hidrológica-forestal en donde se ubica el predio en estudio. A continuación, se indica lo que se considera en cada uno de estos.

De tal manera, que con base en el mapa antes referido (Cuencas y Microcuencas Hidrográficas de México a escala 1:250 000) en el software ArcGis 10.3 se obtuvo que la superficie de Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales del proyecto **CCI Parque industrial** se encuentra inmersa en las **Microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado** dentro de la **Subcuenca Desierto de Altar** y dentro de la **Cuenca Río Desierto de Altar – Río Bamori**, la cual a su vez pertenecen a la **Región Hidrológica RH 08 Sonora Norte**. En ese sentido se consideró que la región hidrológica, que es la unidad que abarca el área completa de CUSTF era demasiado grande para ser empleada como la unidad de análisis, esto considerando la proporción que tendría en el área de CUSTF.

Unidad de análisis o cuenca hidrográfica forestal (CHF) o sistema ambiental (SA) (área de estudio). La unidad de análisis es aquella en la cual se encuentra inmerso el Proyecto y se delimita tomando como primer criterio las características de la cuenca hidrológico-forestal, fisiográficas,

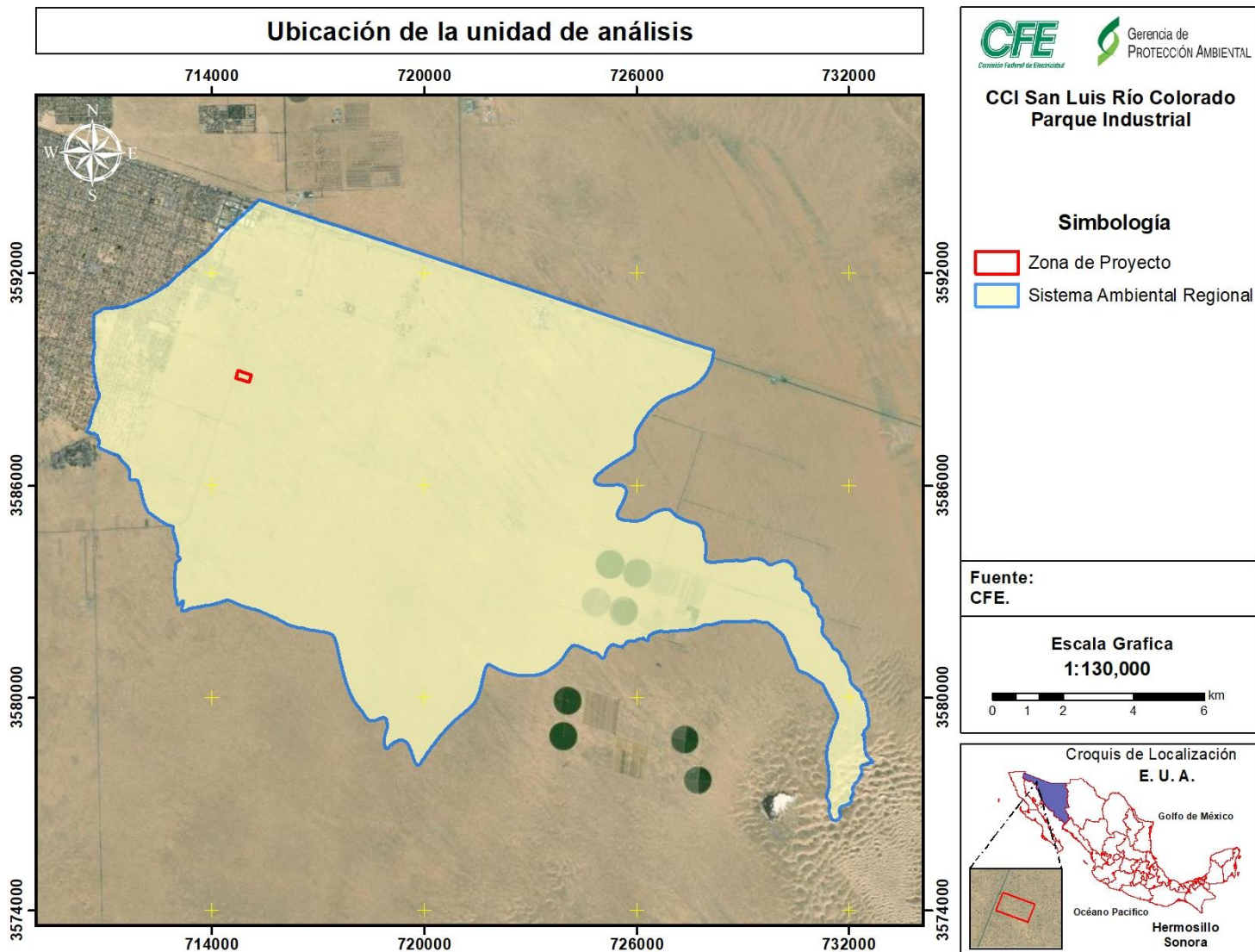
¹ Fideicomiso de Riesgo Compartido, 2007. Evaluación Externa en materia de Diseño del Programa Nacional de Microcuencas (PNM). SAGARPA, Colegio de Posgraduados de la Universidad de Chapingo.

de infraestructura y la naturaleza del Proyecto que será implementado. Para el proyecto en comento, la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) está conformada por el límite de las **Microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado**, ya que en ella se encuentran los ecosistemas que serán intervenidos por el proyecto, de tal forma que la información para realizar la comparación de indicadores de diversidad es suficiente.

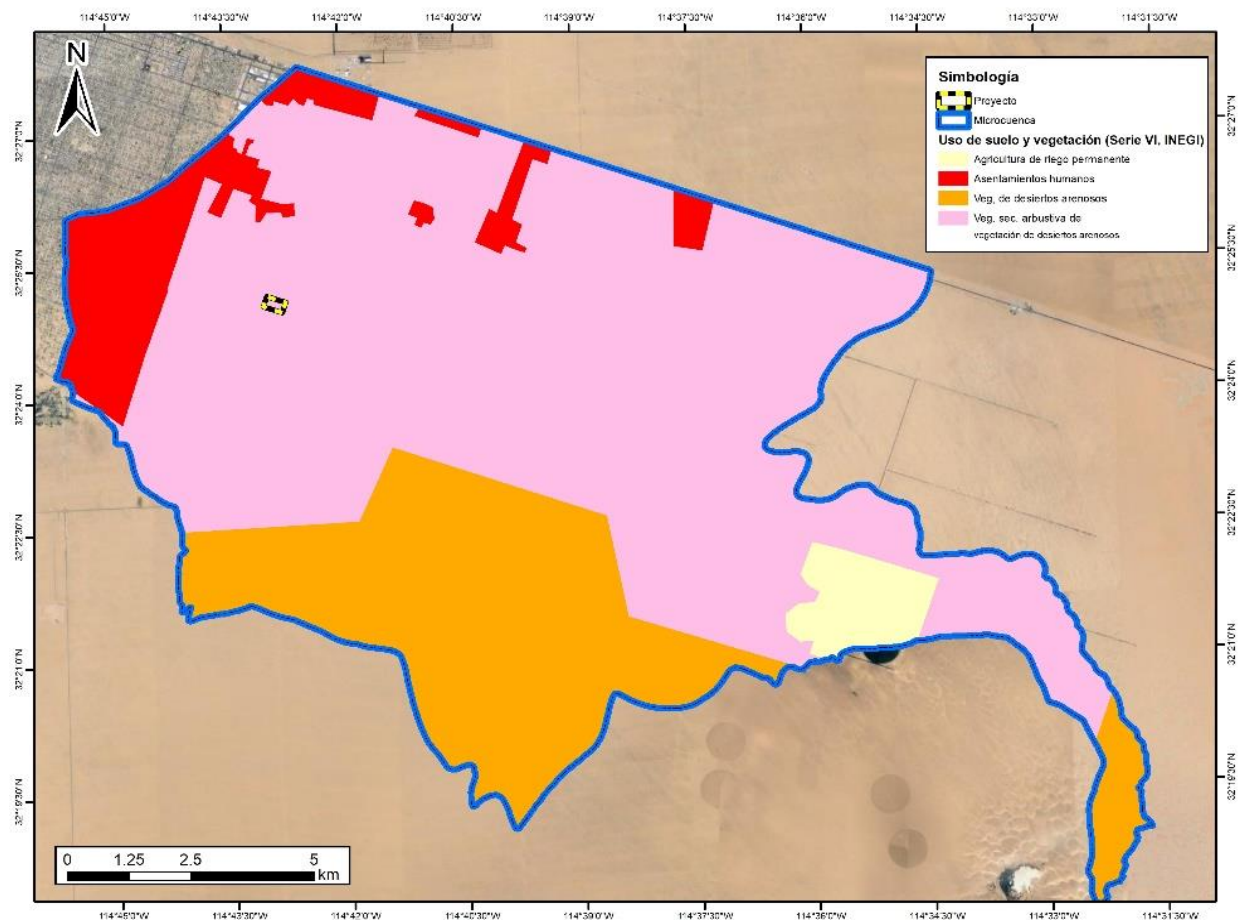
Por lo tanto, en el sistema natural se identificaron los componentes del ambiente como parte de una sola unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) y estos componentes se dividieron en físicos, biológicos y socio económicos. La identificación y evaluación de los componentes ambientales se realizó mediante una investigación documental preliminar empleando estudios previos e información ya existente como los mapas temáticos de INEGI que se encuentran disponibles en escala 1:250,000 o 1:50,000.

Se consideraron los mismos componentes tanto a nivel del área del proyecto como a nivel regional, con el objeto de determinar una articulación entre los procesos regionales y sus efectos sobre la localidad. Sin embargo, se realizó una evaluación con mayor detalle para obtener una caracterización más precisa sobre el área específica de estudio. El área de estudio y/o unidades ambientales son espacios con características comunes y que responden a una estructura y funcionamiento, en la que se incluye la totalidad de las obras o actividades, así como los posibles impactos que se pueden generar con la construcción del proyecto sobre los componentes del sistema ambiental.

El objetivo de establecer una unidad especial natural como las **Microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado**, fue el detectar y analizar la posible interacción de las actividades del proyecto con cada uno de los componentes ambientales en la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental). Además de considerar la magnitud y la influencia del proyecto sobre los factores ambientales y socio económicos.



Mapa IV.1. Ubicación geográfica de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) Microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado (INEGI, 2010).



Mapa IV.2. Uso de Suelo y vegetación dentro de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) Microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado.

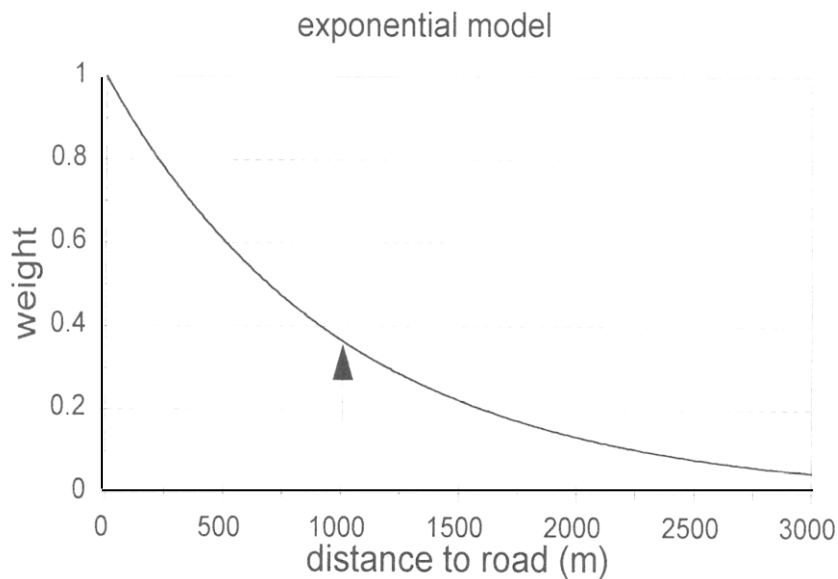
Tabla IV.1. Superficies de uso de suelo y vegetación de cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental identificado.

No.	Nombre	Área CHF (Ha)	%
1	Agricultura de riego permanente	498.98	2.76
2	Urbano construido	1426.33	7.89
3	Vegetación de desiertos arenosos	4329.27	23.95
4	Vegetación secundaria arbustiva de Vegetación de desiertos arenosos	11822.76	65.4

ÁREA DE INFLUENCIA.

Es la superficie real (directa e indirectamente) a afectar por un proyecto, considerando para su delimitación la valoración de los impactos ambientales, principalmente en cuanto a su extensión. Desafortunadamente no existen trabajos de investigación respecto al área mínima a considerar durante la evaluación del impacto (área de influencia) ocasionado por proyectos puntuales de infraestructura eléctrica y los pocos trabajos existentes para proyectos lineales se centran en el efecto de caminos (Leclerc y Rodríguez, 1998).

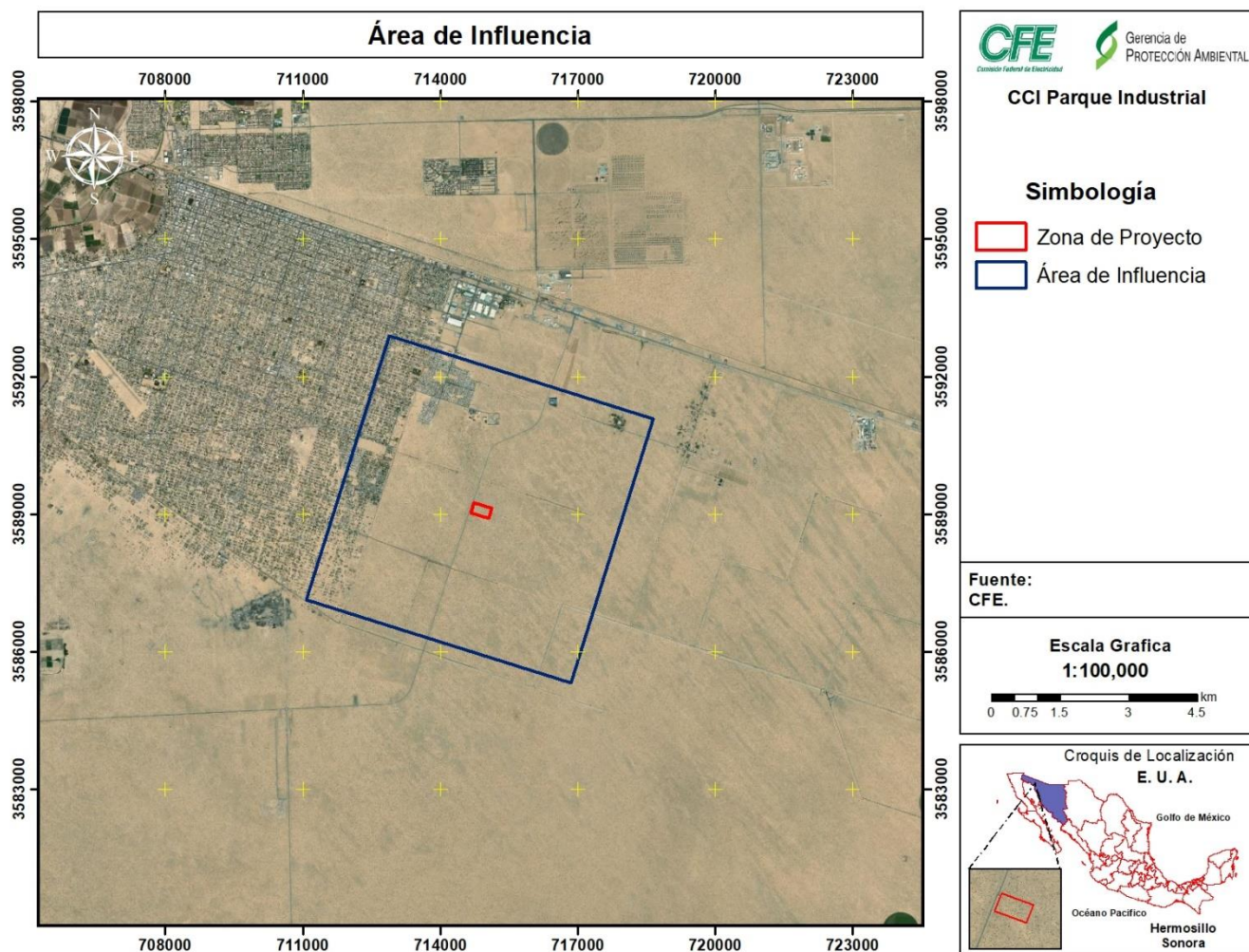
El modelo exponencial de Leclerc y Rodríguez (1998), evaluado en una escala de 0 a 1, predice que, en trazos de caminos, el impacto perpendicular ocasionado al ambiente (específicamente a la vegetación) por la tala, llega hasta 3.0 km (grafica IV.1); ya que la relación que se presenta entre la deforestación del bosque y los caminos disminuye cuanto más lejos este la vegetación (bosque) del camino. Sin embargo, este modelo es susceptible a sitios altamente poblados o con gran cobertura agrícola y que se vuelve más preciso en áreas con mayor cobertura vegetal conservada.



Grafica IV.1. Punto de amenaza por pérdida del bosque en relación a la proximidad de la carretera (Leclerc y Rodríguez, 1998).

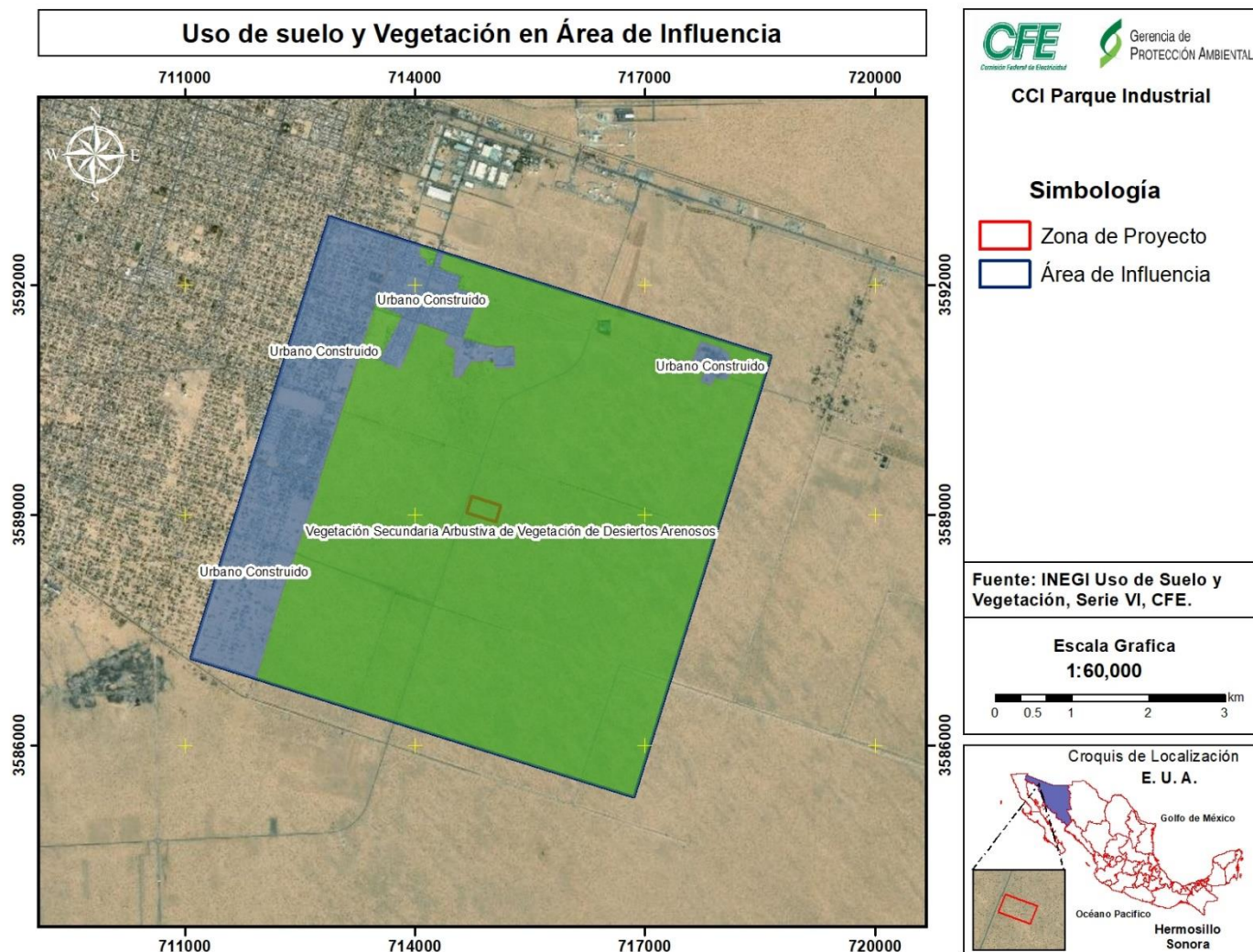
Por ello, para la CCI Parque Industrial en estudio se delimitó un área de influencia (*buffer*) de un mínimo de 3.0 km de ancho de cada lado del eje, considerando que las actividades constructivas y de operación requeridas para una central de combustión interna (CCI) no representan un cambio drástico en el ambiente como el generado por una carretera, la cual fragmenta los hábitats terrestres, aumenta la mortalidad de los mamíferos y algunas aves rapaces que las atraviesan, y se tomó como base la delimitación de la microcuenca denominada San Luis Río Colorado.

Para la delimitación del área de influencia se utilizó el Software Arc View versión 3.2 para Windows con el cual fueron capturados los puntos de inflexión (P.I) y vértices, registrados en campo mediante un GPS por CFE, esto permitió georeferenciar y visualizar gráficamente en pantalla el predio y las características físicas del medio, por donde se ubicará el predio de la central de combustión interna (CCI). Una vez delimitada el área de influencia se inició la digitalización; tomando como límite de digitalización de 3.0 km a cada lado del centro del predio. Finalmente se realizó la sobreposición de las cartas temáticas para realizar una intersección y conocer las unidades de vegetación que resultarán afectadas. Partiendo de lo anterior, en el siguiente mapa se presenta el área de influencia del proyecto.



Mapa IV.3. Delimitación del área de influencia del proyecto.

Por lo anterior, el concepto de área de influencia sólo se aplica a partir del capítulo VI del Documento Técnico Unificado sometido al procedimiento de evaluación del impacto ambiental.



Mapa IV.4. Uso de Suelo y vegetación dentro área de influencia del proyecto.

Ante esta circunstancia, para definir el **Área de Influencia del proyecto (AI)** se optó por determinar una franja alrededor del predio de la central de combustión interna (CCI), cuya amplitud estuviera en función de la extensión máxima esperada para los impactos ambientales que generaría el proyecto de construcción, operación y mantenimiento de la central de combustión interna (CCI).

Como base para determinar dicha franja, en primer terminó se identificaron las unidades ambientales funcionales, las cuales se delimitaron en función de los tipos de vegetación, variable que en la zona donde se ubica el proyecto está íntimamente ligada a las características del suelo.

Una vez identificadas las unidades ambientales funcionales del predio de la CCI, se determinó las características genéricas del tipo de vegetación de que se trataba y sus atributos principales (riqueza específica, índice de biodiversidad, valor de importancia por especie de flora y especies de fauna) y se consideró la extensión máxima esperada para los impactos más significativos para cada una de las actividades de construcción del proyecto (información coincidente con la identificación y evaluación de impactos ambientales, mismos que se describen a continuación:

- Durante la preparación del sitio los impactos ambientales significativos estarán asociados a la generación de ruido, la presencia humana en el área de trabajo, cambios demográficos temporales en la zona del proyecto, pérdida de cobertura vegetal y afectación directa e indirecta de fauna (Capítulo V elaborado para la Construcción, Operación y Mantenimiento de la obra en análisis).
- En cuanto a la generación de ruido se refiere, esta no causará afectación más allá de un kilómetro.
- La presencia humana causará un impacto puntual en el área que ocupará el proyecto, lugar en donde se realizarán los trabajos de construcción (en una franja inferior a los 50 metros) y se manifestará exclusivamente durante la construcción.
- Los cambios demográficos originados en forma directa por la construcción serán mínimos, bajo la consideración que la mano de obra no calificada será contratada en la misma zona donde el proyecto se realiza, de esta manera, la extensión esperada del proyecto será de un promedio de 3.0 kilómetros, distancia a la que la obra se encuentra de la mayoría de las poblaciones existentes.
- Las afectaciones directas a la fauna durante las actividades de desmonte a matarrasa y remoción de vegetación, sería la eventual pérdida de ejemplares de pequeños mamíferos y reptiles, así como de sus madrigueras y nidos de aves en su caso, pero estará limitado en su extensión, exclusivamente del predio de la central de combustión interna (CCI).
- El desmonte a matarrasa, implicará cambios a nivel de micro-hábitat, con efectos puntuales sobre las características fisicoquímicas del suelo. Además, se esperan efectos negativos sobre la distribución, abundancia, y cobertura del tipo de vegetación, así como efectos indirectos sobre la fauna.
- El impacto más relevante será la pérdida de cobertura de zonas áridas o de la zona de vegetación forestal, en donde los impactos indirectos a la fauna estarán asociados a la pérdida de áreas de alimentación, anidación y refugio; sin embargo, debe considerarse que esta pérdida será proporcional a la superficie total de este tipo de vegetación en los límites establecidos para el área del proyecto.
- Durante la construcción de la obra civil, los impactos significativos estarán asociados a la contratación de personal, emisiones de gases a la atmósfera (provenientes de vehículos, maquinaria y equipos), emisión de ruido y disturbios derivados de la presencia humana.
- Tal como en el caso de la preparación del sitio, la presencia humana es generadora de afectaciones, de extensión limitada al predio y una franja inferior a 10 metros, y por un periodo que no se extenderá más allá de la construcción de la central de combustión interna (CCI).
- La misma consideración descrita para la contratación de personal en la etapa de preparación del sitio aplica a esta etapa de la construcción, es decir, no se espera que los impactos generados se extiendan más allá de 3.0 kilómetros del predio de la central de combustión interna (CCI).
- En cuanto a las emisiones de gases a la atmósfera, se estima que los efectos serán puntuales sobre la calidad del aire y el ruido, con una temporalidad limitada, y una extensión que no supere

los una distancia de 3.0 kilómetros del predio de la central de combustión interna (CCI). Esta afectación, localmente no resulta relevante, debido a la buena calidad del aire que existe en la zona donde se ubica el proyecto, y su efecto acumulativo con la emisión de gases contaminantes proveniente de los vehículos que transitan en la carrera, será de orden menor (poco significativo).

- El uso de vehículos y maquinaria implica el riesgo de impactos derivados de derrames accidentales de grasas y combustibles (aún con la implementación de medidas preventivas previstas en el presente estudio; sin embargo, debido a la ausencia de corrientes superficiales, junto con la rápida infiltración de los suelos cársticos de la región, de ocurrir estos accidentes, los efectos tendrán un carácter local.

- La afectación causada por la emisión de ruido será similar a la descrita para la etapa de preparación del sitio.

- Las excavaciones que se realizarán en la construcción de la central de combustión interna (CCI) (para colocación de sistemas de tierra), son superficiales y el impacto ocasionado, aunque repetitivo, es de extensión limitada al predio de la central de combustión interna (CCI), sobre una superficie impactada por las actividades previas a la realización de esta, por lo que es de baja intensidad.

- En términos generales, las actividades que originan los impactos ambientales significativos ocurren en las etapas de preparación del sitio y construcción de la obra civil, mientras en la fase de construcción de la obra electromecánica (montaje de estructuras, y pruebas y puesta en servicio), no se realizarán actividades que provoquen mayores impactos a los ya realizados en las actividades de preparación del sitio y construcción de la obra civil.

- La comunidad de este tipo de vegetación árida y semiárida pueden presentar un efecto de borde más allá del predio de la central de combustión interna (CCI); la magnitud y extensión de este efecto estará en función de las medidas de protección del suelo, que eviten su compactación, ya que la alteración física del sustrato puede limitar el crecimiento de la vegetación secundaria en los primeros estadios de sucesión. En las condiciones propuestas para la construcción, operación y mantenimiento de la obra se estima que este impacto no repercutirá más allá de los 200 metros de distancia del predio de la central de combustión interna (CCI). Esta estimación se basa en la resiliencia de la vegetación de la región, la cual suele mostrar una rápida recuperación siempre y cuando el banco de semillas de la vegetación se mantenga en buen estado, lo cual está garantizado por las diferentes medidas de mitigación que se han presentado en la presente DTU-B.

-Otro impacto significativo será sobre el paisaje, dada la altura de los componentes del proyecto a instalar, que sobresaldrán por encima del dosel de vegetación.

- Como resultado de la alteración de hábitat por las actividades de la obra, habrá un impacto sobre la riqueza y abundancia de especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Los límites espaciales de estos impactos estarán en función de los hábitos de movimiento de cada especie. En términos generales se espera que por su tamaño tanto anfibios como reptiles presenten un hábitat restringido geográficamente, por lo que los programas de rescate de fauna de lento desplazamiento es una medida de mitigación a la afectación de la fauna que está planteado para que el impacto de la obra no exceda los 50 metros de distancia a partir del predio de la central de combustión interna (CCI).

- En el caso de las aves residentes, la porción del hábitat que se vería afectado es el relacionado con sus áreas de anidación, ya que por los amplios movimientos que realizan por vía aérea, tendrán garantizado el encontrar otras áreas de alimentación.

- En cuanto a la distribución de los mamíferos de mayor tamaño que realizan desplazamientos amplios en el área de influencia, esta se vería afectada si la obra constituyera una barrera física

para el libre tránsito para dichos desplazamientos; situación que en el caso específico de la obra en estudio, el corredor que se formará por la remoción de la vegetación arbórea y el posterior restablecimiento de la vegetación herbácea y arbustiva no constituyen una barrera importante para el desplazamiento para la fauna, ya que sus desplazamientos están regidos por procesos a menos escala.

Con base en las consideraciones precedentes, se puede asegurar que en el sistema ambiental (área de estudio) y área de influencia, establecida para el proyecto como una franja o buffer de 3.0 kilómetros de ancho a cada lado del eje del predio del proyecto (AI), quedan incluidos todos los impactos ambientales directamente ocasionados por la construcción de la obra en estudio.

Tabla IV.2. Usos de suelo y tipos de vegetación del área de influencia del proyecto en estudio.

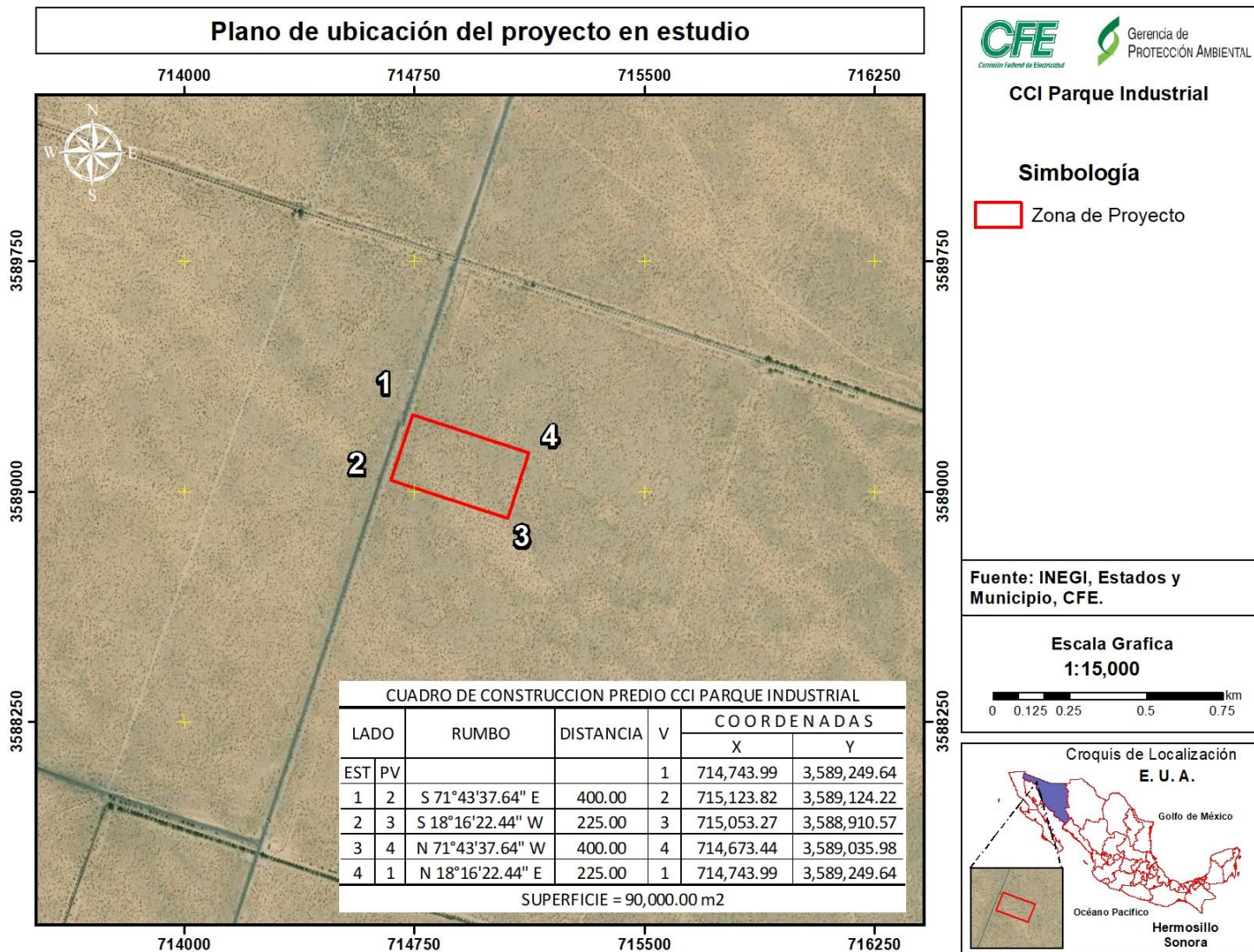
Valores del área de influencia del proyecto	Área (HA)	%
Urbano Construido	702.703	19.28
Vegetación Secundaria Arbustiva de Vegetación de Desiertos Arenosos	2942.512	80.72
TOTAL	3645.215	100.00

ÁREA DEL PROYECTO.

Es la superficie directamente a afectar por el desarrollo de las actividades y obras de la central de combustión interna (CCI), considerando para su delimitación, las dimensiones requeridas para operar una central de combustión interna (CCI) con las características y capacidades técnicas indicadas en el Capítulo II. El AP ocupara la superficie de un predio cuyas dimensiones y uso de suelo se especifican en la tabla IV.3.

Tabla IV.3. Usos de suelo y tipos de vegetación del área del proyecto en estudio.

Nombre del Titular del Predio	Superficie (ha)	Tipo de Vegetación y/o Uso
Comisión Federal de Electricidad (CFE)	9.00	Vegetación de desiertos arenosos
Total	9.00	



Mapa IV.5. Ubicación general del proyecto.

4.2. Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional (SAR).

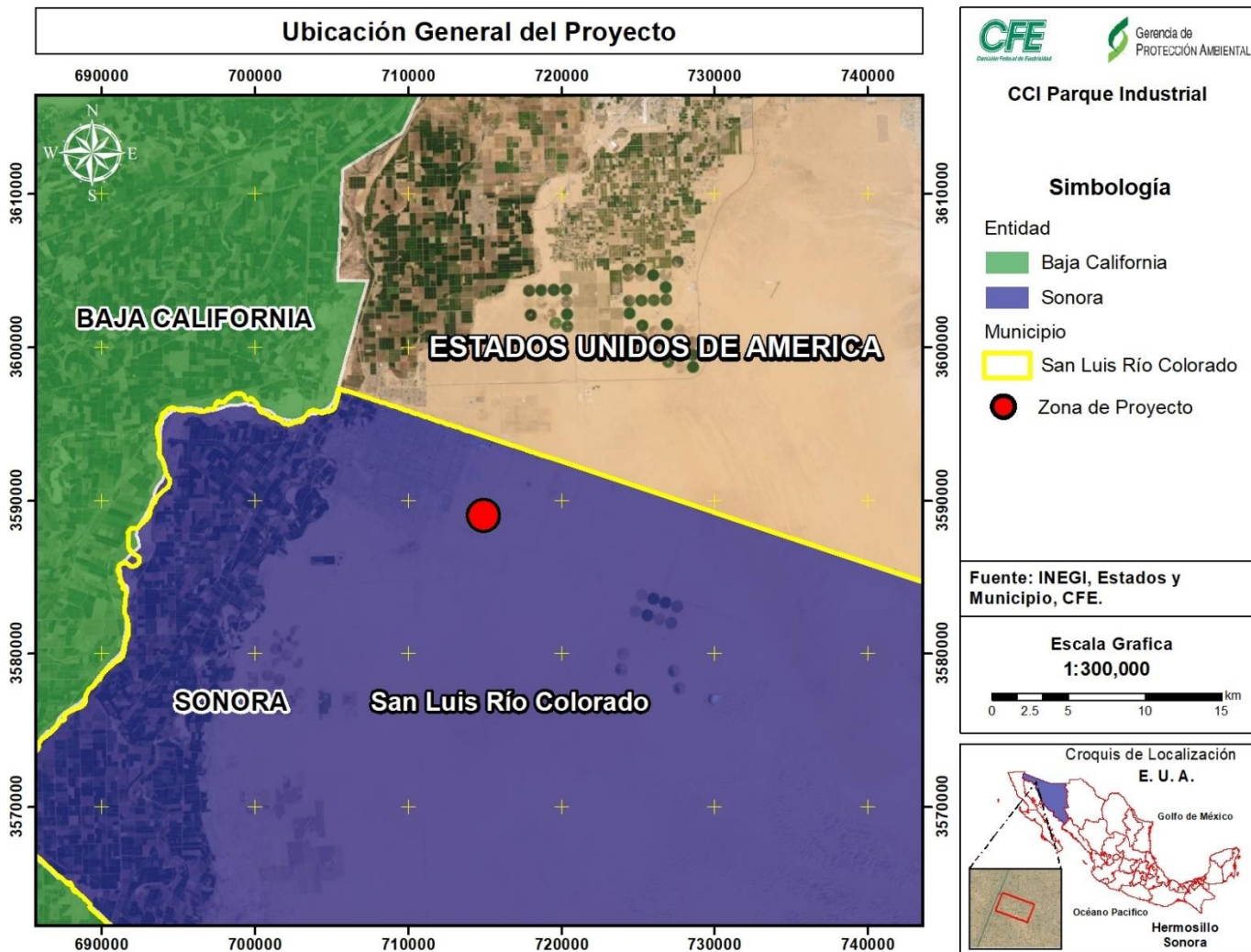
Para el desarrollo de este apartado se realizó a partir de las condiciones presentes en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental), como son los desarrollo urbano e industrial, Ganadería, las Vías de comunicación y sobre todo el componente hidrológico del área de estudio.

4.2.1. Caracterización Y Análisis Retrospectivo De La Calidad Ambiental De La Unidad De Análisis (Cuenca Hidrológica Forestal O Sistema Ambiental).

Cabe señalar que la cuenca hidrológica forestal considerada como Sistema Ambiental del proyecto contiene la totalidad de la superficie requerida para la construcción de la central de combustión interna (CCI), el Área de Influencia (donde se espera que se manifiesten todos los impactos ambientales asociados a la construcción y operación del mismo, así como toda la superficie en la cual se requiere el cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

Lo anterior considerando que, la planificación para actuación y manejo de ecosistemas debe ser aplicada a zonas suficientemente homogéneas en cuanto a sus características físicas, biológicas, económicas y sociales que ofrezcan una base apropiada de evaluación y análisis; todas estas características vienen proporcionadas por la cuenca hidrológica, independientemente de su dimensión geográfica, ya que se considera una unidad sistémica natural cuyos límites se determinan con base en los parteaguas del área. Es importante resaltar que las líneas divisorias de las aguas o “parte aguas” es un límite natural por medio del cual el territorio ya se encuentra dividido en microcuencas, es decir, no hay nada que inventar sino solo ubicar y que estos límites al ser definidos por factores físico-geográficos, son estáticos.

La unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental), incluye las microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado que cuenta con una superficie de 18.07733 km² (equivalente a 18,077.33 ha), cuya ubicación es en el municipio de San Luis Río Colorado del estado de Sonora. En ella se encuentran uno de los centros de población más importantes como la propia cabecera municipal por ser una de las ciudades con un importante número de habitantes, reservas ecológicas y atractivos turísticos. El sistema ambiental delimitado para la central de combustión interna (CCI), se ubica dentro de 1 municipio del estado antes mencionado, aunque el área que se tiene del proyecto central de combustión interna (CCI) Parque Industrial se localiza en el municipio de San Luis Río Colorado, (mapa IV.6).



Mapa IV.6. Municipios en los que se ubica la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental y el predio del proyecto de construcción.

La localidad de mayor tamaño que se encuentran en la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental es la ciudad de San Luis Río Colorado, siendo esta la localidad con mayor porcentaje dentro de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental.

Para la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental la que podría ser una problemática es la precipitación (sequía), siendo estados que se encuentran entre la precipitación más baja, han registrados bajas precipitaciones, por lo cual algunas ciudades dentro de este estado han optado por la utilización de presas, siendo éstas utilizadas tanto para el consumo humano como para actividades agropecuarias e industriales

Medio físico

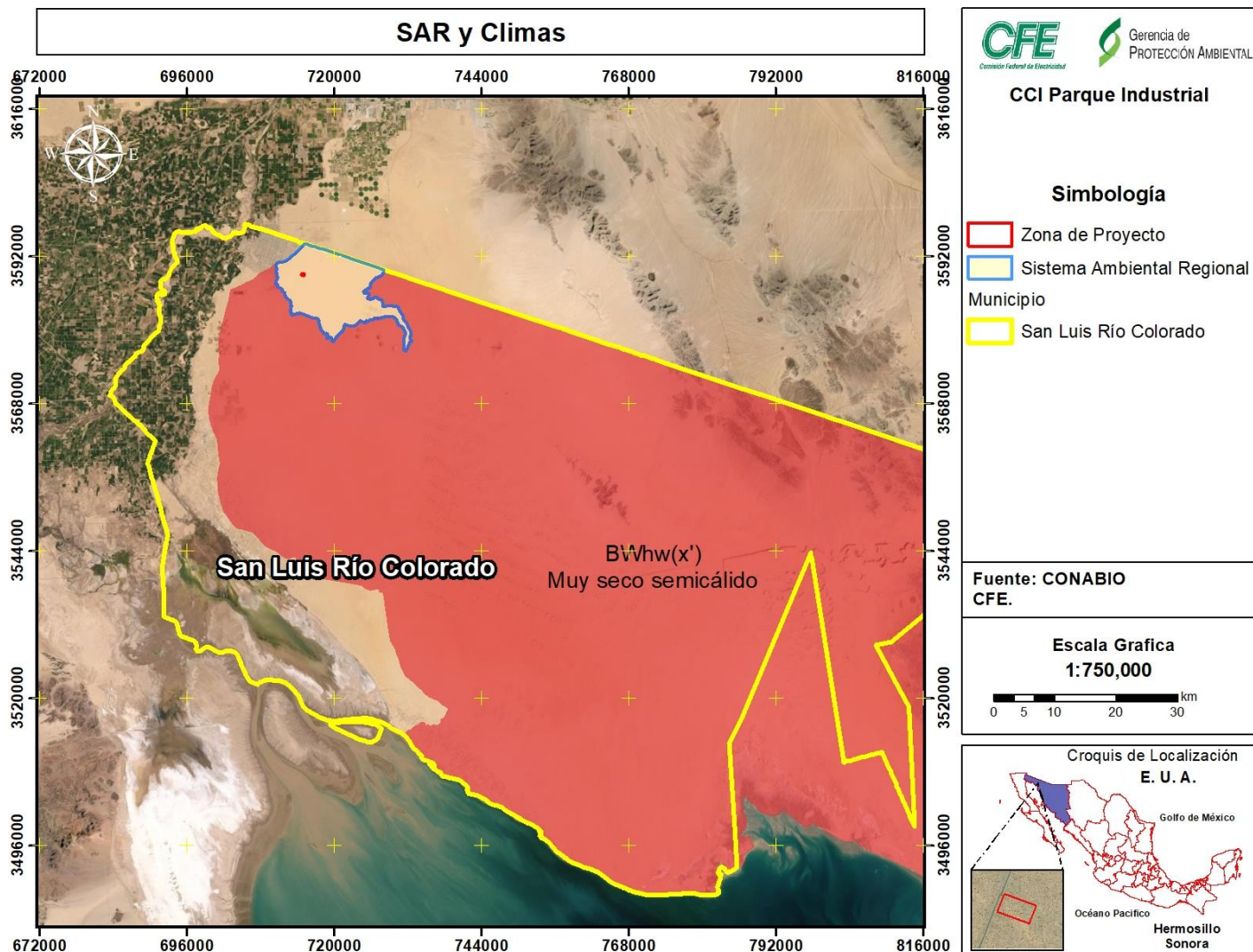
- **Clima**

Con el fin de describir la condición del clima que prevalece en las microcuencas hidrológicas o SA definido y su posible interacción con el Proyecto, se identifican el tipo de clima, denominación y clasificación de sus atributos y características físicas a partir de los registros anuales e históricos de las estaciones climatológicas ubicadas en el Estado de Sonora, señalados en diferentes medios escritos y digitales.

El tipo de clima del Área del Proyecto (AP) y en el área de influencia corresponde un clima BWhw(x´) Muy Seco Semicálido, según la clasificación de Köppen (1973), modificada por García (1988). De acuerdo con la carta de Climas del INEGI con una escala de 1:1,000,000, tenemos que la Cuenca Hidrológica – Forestal se ubica dentro del clima BWhw(x´) Muy Seco Semicálido y es el clima predominante en la unidad de análisis, ya que cubre el 100 % del área tal como se puede apreciar. Este clima el corresponde al grupo de climas secos (B), siendo el más seco de los secos (W), semicálido con invierno fresco y temperaturas media anual 18° a 22 °C y del mes más frío < 18 °C (h) y con régimen de lluvias de verano (w).

Tabla IV.4. Tipo de clima en la Cuenca Hidrográfica

Tipo de clima	Superficie (ha)	Porcentaje
BWhw(x´) Muy seco semicálido	18077.33	100 %
Total	18077.33	100 %



Mapa IV.7. Tipos de climas registradas para la unidad de análisis.

- **Temperatura.**

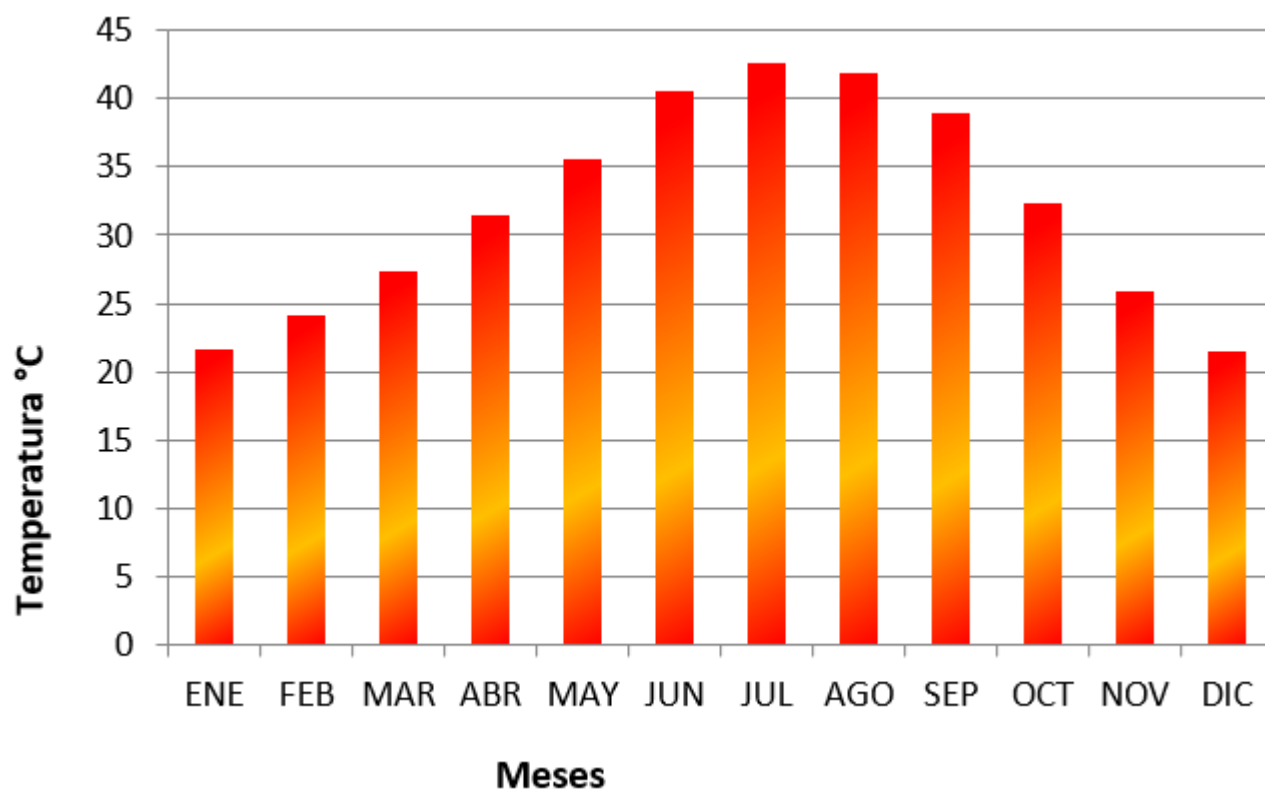
De acuerdo con datos de las normales climatológicas publicadas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CNA), para la estación 00026087 San Luis Río Colorado (GDE), para el periodo 1951-2010, la temperatura media anual registrada es de 22.7 °C, la máxima promedio de 32.0 °C y la mínima promedio es de 13.5 °C; la temperatura mínima extrema registrada es de 0.4 °C y la máxima extrema de 49.4 °C, (mapa IV.5, y grafica IV.2).

Tabla IV.5. Valores de Temperatura Máxima, Promedio y Mínima registrada en la estación Meteorológica 00026087 San Luis Río Colorado (GDE).

TEMPERATURA MÁXIMA													
ELEMENTOS	EN	FE	MA	AB	MA	JU	JU	A	SE	OC	NO	DIC	AN
	E	B	R	R	Y	N	L	G	P	T	V		UA
								O					L
NORMAL	21.6	24.2	27.3	31.4	35.6	40.6	42.6	41.9	38.9	32.4	25.9	21.5	32
MÁXIMA MENSUAL	28.2	31	37.7	39.7	44.6	46.5	49.4	48.6	42.9	39.6	35.9	30.8	
AÑO DE MÁXIMA	1983	1967	1989	1966	1966	1966	1967	1966	1967	1966	1966	1966	
MÁXIMA DIARIA	34	38	48	46	51	52.5	58.5	51	48	47	45	38	
FECHA MÁXIMA DIARIA	sep-66	25/1989	18/1989	21/1965	30/2002	15/1966	jun-66	jul-66	feb-87	jun-87	ene-66	oct-66	
AÑOS CON DATOS	32	31	32	31	30	30	30	29	29	29	31	30	
TEMPERATURA MEDIA													
ELEMENTOS	EN	FE	MA	AB	MA	JU	JU	A	SE	OC	NO	DIC	AN
	E	B	R	R	Y	N	L	G	P	T	V		UA
								O					L
NORMAL	13.2	15.1	17.9	21.3	25.2	30.1	33.5	33.3	29.9	23.3	17	13.1	22.7
AÑOS CON DATOS	32	31	32	31	30	30	30	29	29	29	31	30	
TEMPERATURA MÍNIMA													
ELEMENTOS	EN	FE	MA	AB	MA	JU	JU	A	SE	OC	NO	DIC	AN
	E	B	R	R	Y	N	L	G	P	T	V		UA
								O					L
NORMAL	4.7	6	8.5	11.2	14.8	19.6	24.5	24.6	21	14.2	8.2	4.7	13.5
MÍNIMA MENSUAL	0.4	2.7	6.1	7.3	9.1	16.4	19.8	16.8	16.9	10.4	5.3	0.6	
AÑO DE MÍNIMA	1972	1989	1977	2003	1985	1988	1987	2002	1986	1982	1971	1967	
MÍNIMA DIARIA	-5	-2	-2	2	5	10	10	13	2	-0.5	-2	-4	

FECHA MÍNIMA DIARIA	oct -70	27/197 1	mar -71	sep -88	feb-88	may -88	abr -87	oct -02	oct -67	30/197 1	29/197 6	17/196 7	
AÑOS CON DATOS	32	31	32	31	30	30	30	29	29	29	31	30	

Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CNA), normales climatológicas, estado de Sonora, periodo 1951-2010, estación: 00026087 San Luis Río Colorado (GDE), latitud: 32°28'34" N, longitud: 114°45'43" W, altura: 40.0 msnm.



Grafica IV.2. Tempertura media (00026087 San Luis Río Colorado (GDE)).

- **Precipitación.**

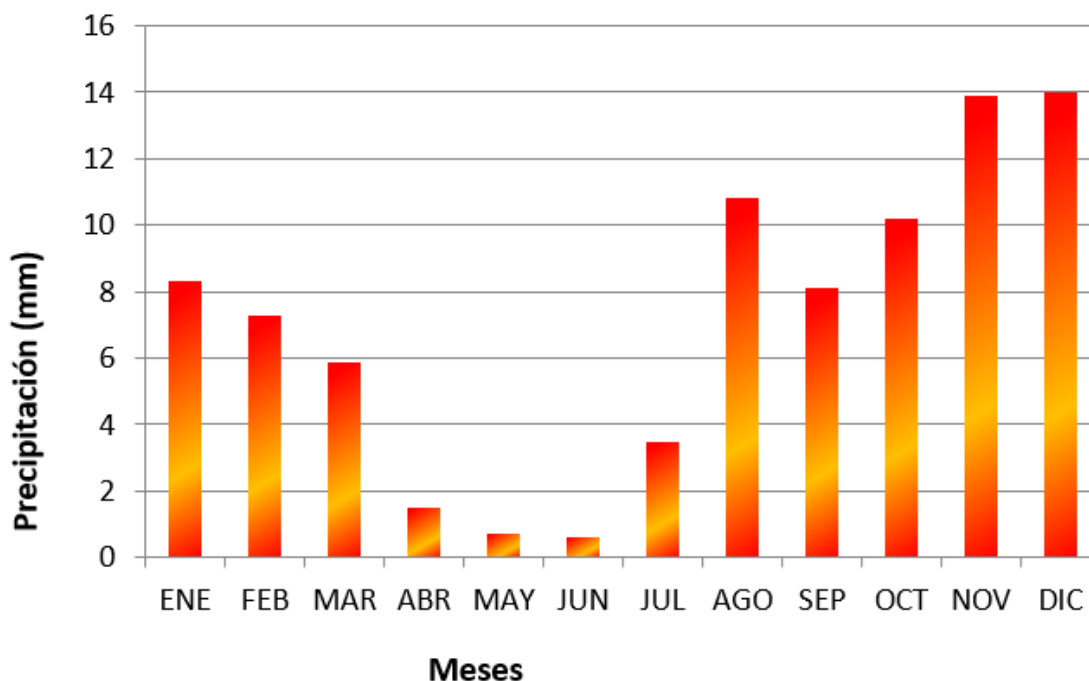
De acuerdo con datos de las normales climatológicas publicadas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CNA), para la estación 00026087 San Luis Río Colorado (GDE), para el periodo 1951-2010, la precipitación total anual promedio es de 84.8 mm; la mayor precipitación total mensual promedio corresponde al mes de noviembre con 13.9 mm; y la menor al mes de junio con 0.6 mm.

En el área de estudio la precipitación, se puede observar que la mayor parte del año se encuentra por arriba de los 7.0 mm, a excepción de los meses de marzo a julio donde se presentan precipitación por debajo de los 6.0 mm. En la gráfica IV.3, se presentan los gráficos, donde se observan los comportamientos de precipitaciones en la estación meteorológica 00026087 San Luis Río Colorado (GDE).

Tabla IV.6. Registros de Precipitación Máxima, Promedio y Mínima registrada en la Estación Meteorológica 00026087 San Luis Río Colorado (GDE).

PRECIPITACIÓN													
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NORMAL	8.3	7.3	5.9	1.5	0.7	0.6	3.5	10.8	8.1	10.2	13.9	14	84.8
MÁXIMA MENSUAL	78.7	42.1	28.5	24.6	16.1	15	35.3	68.3	64.2	135.1	287	148	
AÑO DE MÁXIMA	1979	1976	1983	1971	1979	1972	1976	1972	2006	1972	1967	1967	
MÁXIMA DIARIA	32	25.2	22.8	24.6	9.3	13	33.2	35.3	32.5	70.8	194	72	
FECHA MÁXIMA DIARIA	16/1979	28/1978	en e-70	13/1971	18/1979	jun -72	26/1976	29/1972	jun -06	ma y-72	26/1967	14/1967	
AÑOS CON DATOS	33	31	32	32	30	31	30	29	30	29	31	31	

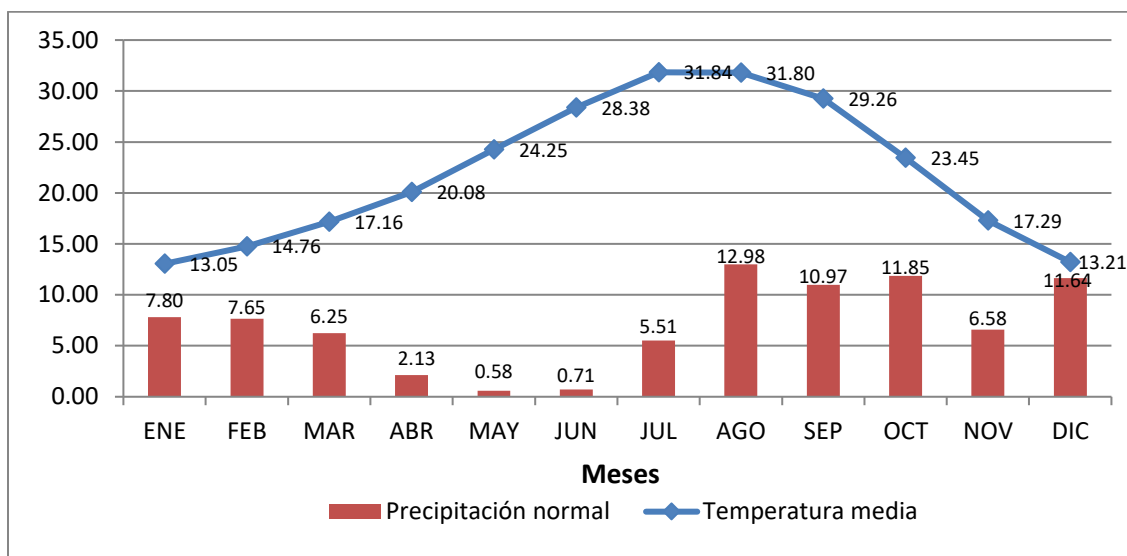
Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CNA), normales climatológicas, estado de Sonora, periodo 1951-2010, estación: 00026087 San Luis Río Colorado (GDE), latitud: 32°28'34" N, longitud: 114°45'43" W, altura: 40.0 msnm.



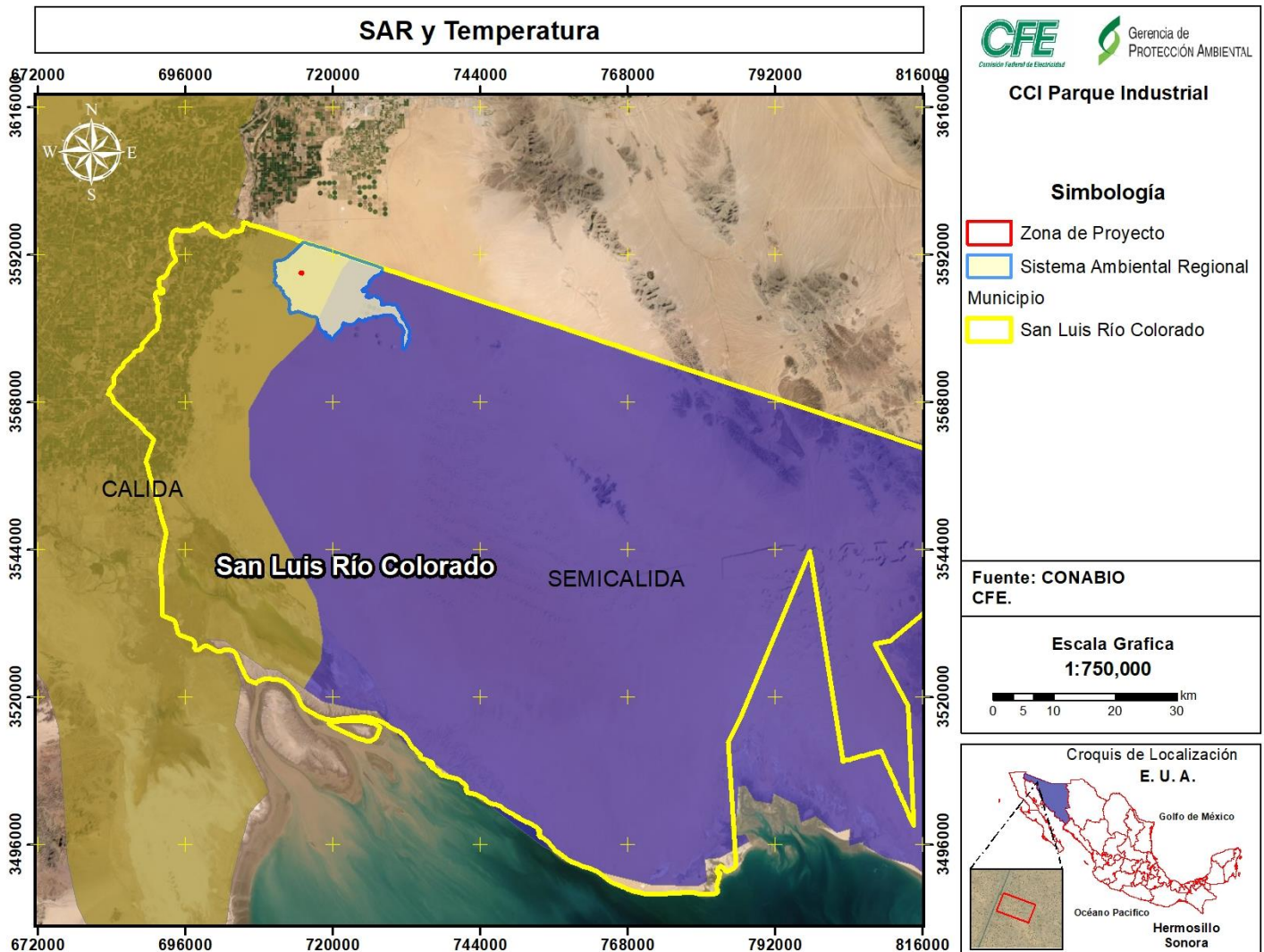
Grafica IV.3. Precipitación media (00026087 San Luis Río Colorado (GDE)).

Un día *mojado (humedad)* es aquel con más de 1 milímetro de precipitación líquida o de un equivalente de líquido y en la Cuenca hidrográfica no varía considerablemente según la estación. La frecuencia varía de 0 % a 7 %, y el valor promedio es 4 %. Entre los días mojados (húmedos), se distingue entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos y con base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 7 %, el 22 de agosto. En tanto, la temporada más seca, esta dura 7.1 meses, del 21 de octubre al 24 de mayo. La probabilidad mínima de un día mojado (húmedo) es del 11% el 3 de marzo. Entre los días mojados (húmedos), se distingue entre los que tienen *solamente lluvia, solamente nieve o una combinación* de las dos. Con base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es *solo lluvia*, con una probabilidad máxima del 62% el 14 de septiembre.

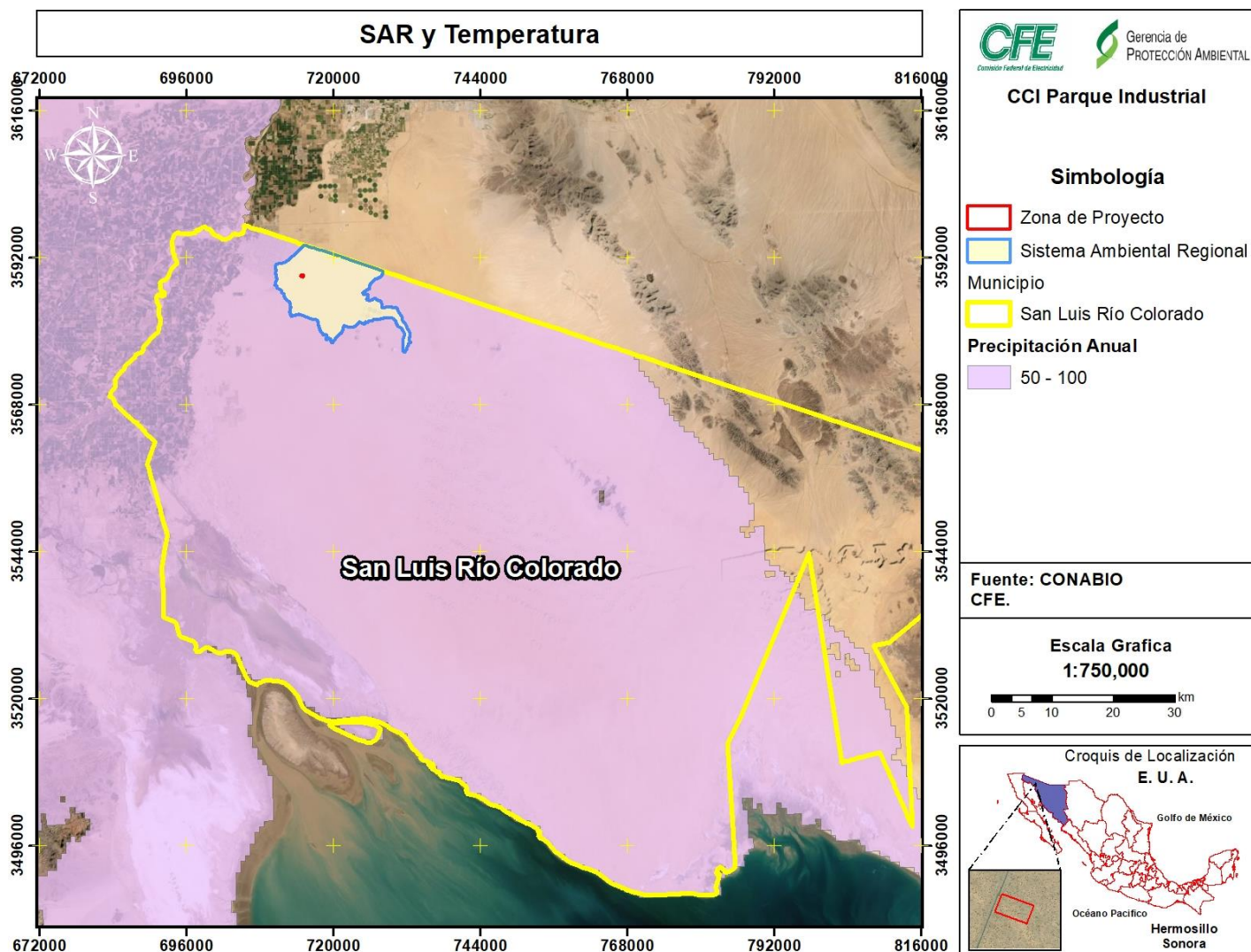
Representación gráfica del clima en el SAR o CHF. Como una forma de representa el clima del SAR o CHF, en la siguiente gráfica IV.4, se ilustra el climodiagrama que representa las temperaturas sobre las precipitaciones para el SAR en un año. Se observa que la temporada de lluvia se presenta de agosto a diciembre con precipitaciones por debajo de los 12 milímetros mensuales, presentando todo el año una condición de sequía.



Fuente. estación climatológicas de la región de San Luis Río Colorado, Sonora.
Gráfica IV.4. Climograma. Representación del clima en el SAR, AI y AP. CCI Parque Industrial



Mapa IV.8. Isotermas registradas para la unidad de análisis.



Mapa IV.9. Isoyetas registradas para la unidad de análisis.

- **Balance climático**

El balance climático para la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental) se estimó de acuerdo al segundo método de Thornthwaite (1948), citado en Velázquez, *et. al.* 1997, Cálculo del clima de acuerdo al segundo sistema de Thornthwaite, Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Chapingo; a partir de los datos de temperatura y precipitación de cada estación climatológica, utilizándose los siguientes modelos matemáticos para la estimación de los índices e indicadores:

- **Índice de calor:**

$$ICM = \left(\frac{TE}{5}\right)^{1.514}$$

Dónde:

ICM = Índice Calor Mensual

TE = Temperatura media mensual.

- Evapotranspiración potencial mensual sin corregir (EV):

Está definida por la ecuación:

$$EV = 1.6 * \left(\frac{10 * TN}{ICA}\right)^{(0.000000675*ICA^3 - 0.0000771*ICA^2 + 0.01792*ICA + 0.49239)}$$

Dónde:

EV = Evapotranspiración mensual sin corregir en cm.

TE = Temperatura media mensual en °C.

ICA = Índice de Calor Anual.

- 1 Evapotranspiración potencial mensual corregida en cm (EP):

Se obtiene multiplicando el valor de la evapotranspiración potencial sin corregir (EV), por el factor de corrección por latitud (FC).

- Movimiento de humedad en el suelo en cm (MH):

Se refiere a la cantidad de agua que pasa a formar parte o se obtiene de la humedad almacenada en el suelo.

El cálculo debe iniciarse en el mes que la precipitación (PR) supere a la evapotranspiración (EP), pudiéndose presentar los siguientes casos:

1. HA = 0 y PR < EP, entonces : MH=0
2. HA = 0, HA<10 y PR >EP, entonces: MH = PR – EP (hasta un máximo de 10 cm)
3. HA > 0 y PR < EP, entonces: MH = EP-PR (hasta agotar toda la reserva del agua en el suelo). A este proceso se le conoce como aprovechamiento de la humedad del suelo.

- Humedad almacenada en el suelo en cm (HA):

Es el valor del contenido de humedad en el suelo, al final de cada mes.

Es igual al valor de la humedad almacenada (HA) en el mes anterior, más la suma algebraica del movimiento de humedad en el suelo (MH) del mes que se trate.

- Demasía de agua en cm (DA):

Es la diferencia positiva que existe entre la precipitación (PR) y la evapotranspiración (EP), restándole la cantidad de agua que pasa a formar parte de la reserva de agua en el suelo, o sea el valor absoluto del movimiento de humedad, en este caso tiene signo positivo. La suma de los valores mensuales da la demasía de agua anual (DAA).

- Evapotranspiración real en cm (ER):

Es la evapotranspiración que se presenta en un área determinada, en función del agua disponible total.

La evapotranspiración real puede presentar los siguientes casos:

1. Cuando la precipitación (PR) es igual o mayor que la evapotranspiración potencial (EP).
2. Cuando esto sucede, no hay limitante de agua y por lo tanto se evapotranspira todo lo que señala la evapotranspiración potencial.
3. Cuando la precipitación (PR) es menor que la evapotranspiración potencial mensual corregida (EP).

En este caso se evapotranspira sólo lo que aporta la precipitación más el movimiento de humedad en el suelo.

Si $PR < EP$, $ER = PR + MH$.

- Deficiencia de agua en cm (DE):

Es función directa de la evapotranspiración potencial (EP) y la evapotranspiración real (ER). La diferencia da por resultado el valor de la deficiencia y la suma de los valores mensuales, da la deficiencia anual (DEA).

Para su cálculo sólo se resta la evapotranspiración real a la evapotranspiración potencial.

- Esgurrimiento en cm (E):

Para el análisis de escurrimiento se hacen las siguientes consideraciones:

- En forma general, las cuencas permiten escurrir sólo el 50% de las demasías habidas en ese mes.
- Del 50% restante, la mitad escurrirá en el mes siguiente y la otra mitad se infiltra o se evapora.

El valor mínimo práctico de escurrimiento a tomar en cuenta es de 1 cm. El escurrimiento se calcula de la siguiente fórmula:

$$ES = \frac{DAN}{4} + \frac{DAC}{2}$$

Dónde:

DAN = Demasía de agua del mes en curso

DAN = Demasía del mes anterior.

- Relación pluvial:

Se calcula con base en la siguiente fórmula:

$$RP = \frac{PR - EP}{EP}$$

Dónde:

PR = Precipitación mensual en cm

EP = Evapotranspiración mensual en cm.

La utilidad de estos valores radica en facilitar el análisis directo de la relación entre los valores de la precipitación y la evapotranspiración. A continuación se explica esta relación:

CUANDO :	INDICA
RP = 0	PR = EP
RP > 0	PR > EP
RP < 0	PR < EP

- Índice de humedad en % (IH):

Se obtiene a partir de la fórmula:

$$IH = \frac{100 \times DAA}{EPA}$$

Dónde:

DAA = Demasía anual de agua en cm.

EPA = Evapotranspiración potencial anual corregida en cm.

- Índice de aridez en % (IA):

Para obtener este valor se emplea la siguiente fórmula:

$$IA = \frac{100 \times DEA}{EPA}$$

Dónde:

DEA = Deficiencia anual de agua en cm.

EPA = Evapotranspiración potencial anual corregida en cm.

- Índice pluvial en % (IP):

Es una función de la demasía, la deficiencia de agua y la evapotranspiración anual.

$$IP = \frac{100 DAA - 60 DEA}{EPA}$$

Dónde:

DEA = Deficiencia anual de agua en cm.

EPA = Evapotranspiración potencial anual corregida en cm.

DAA = Demasía anual de agua en cm.

- Concentración térmica en el verano en % (CT):

Para calcularlo, se aplica la siguiente fórmula:

$$CT = \frac{100 \times \sum EPN}{EPA}$$

Dónde:

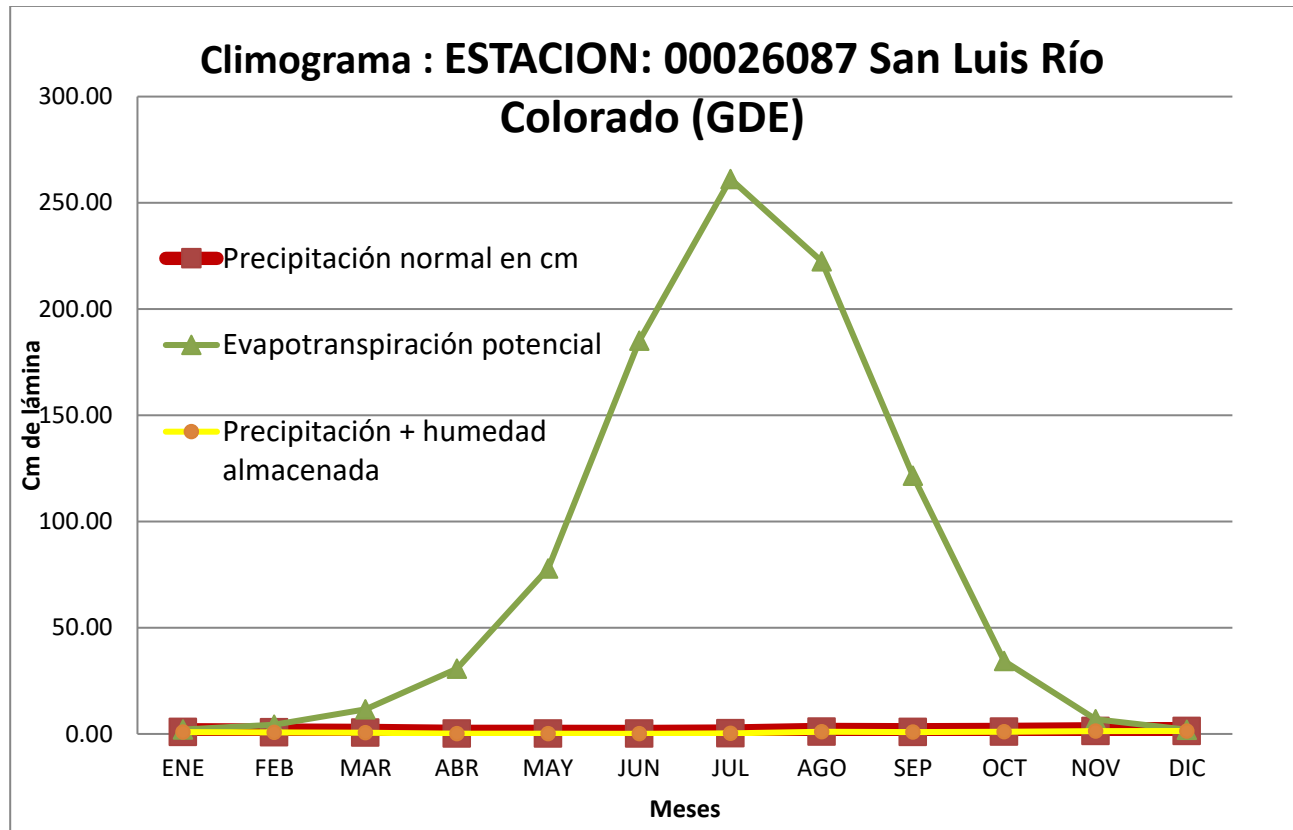
EPN = Suma de las EP de los tres meses consecutivos con temperatura media más alta.

EPA = Evapotranspiración potencial anual corregida en cm.

La información, resultante de la aplicación de los modelos antes referidos, se presenta en la tabla IV.7.

Tabla IV.7. Balance climático de la estación climatológica 00026087 San Luis Río Colorado (GDE)

ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA (PERIODO: 1951-2010, Estación: 00026087 San Luis Río Colorado (GDE), latitud: 32°28'34" N, longitud: 114°45'43" W, altura: 40.0 msnm)															
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL		
Temperatura media normal	21.6	24.2	27.3	31.4	35.6	40.6	42.6	41.9	38.9	32.4	25.9	21.5	22.7	Temperatura media anual	TEA
Precipitación normal	8.3	7.3	5.9	1.5	0.7	0.6	3.5	10.8	8.1	10.2	13.9	14	84.8		
Precipitación normal en cm	0.83	0.73	0.59	0.15	0.07	0.06	0.35	1.08	0.81	1.02	1.39	1.40	8.48	Precipitación media total anual (Cm)	PARA
Índice de calor mensual (ICM)	9.16	10.89	13.07	16.15	19.53	23.83	25.63	24.99	22.33	16.93	12.06	9.10	203.67	índice de calor anual (promedio)	ICA
Evapotranspiración mensual sin corregir	2.37	5.03	11.22	28.43	65.48	156.83	215.89	193.38	118.02	35.01	7.90	2.29			
Factor de corrección 21 grados	0.89	0.86	1.03	1.08	1.19	1.18	1.21	1.15	1.03	0.98	0.88	0.87			
Evapotranspiración corregida (Tabla del documento)	2.10	4.33	11.55	30.70	77.92	185.06	261.23	222.39	121.56	34.31	6.96	2.00	960.11	Evapotranspiración potencial anual	EPA
Movimiento de Humedad	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Humedad Almacenada	0.00	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0.00			
Demasía de Agua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	Demasía de agua anual	DAA
Evapotranspiración Real	0.83	0.73	0.59	0.15	0.07	0.06	0.35	1.08	0.81	1.02	1.39	1.40	8.48	Evaporación real anual	
Deficiencia de Humedad	1.27	3.60	10.96	30.55	77.85	185.00	260.88	221.31	120.75	33.29	5.57	0.60	951.63	Deficiencia de agua anual	DEA
Escurrimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Relación pluvial	-0.606	-0.831	-0.949	-0.995	-0.999	-1	-0.999	-0.99514	-0.993	-0.97	-0.8	-0.3			
Índice de humedad		0.0		Ligeramente húmedo		Evapotranspiración potencial anual (EPA)		960.11		Cálido		Índice Pluvial		-99.12 tropical	
Índice de Aridez		99.12		Gran deficiencia de agua invernal		Concentración térmica en el verano		11.21		Con baja concentración en el verano.					



Grafica IV.5. Balance climático e hidrometeorológico de la estación climatológica 00026087 San Luis Río Colorado (GDE).

Análisis de resultados

Al analizar los resultados de la tabla anterior y el climograma de la estación climatológica 00026087 San Luis Río Colorado (GDE), se puede hacer las siguientes inferencias:

- La Evapotranspiración supera a la Precipitación; significa que toda el agua que se precipita se evapotranspira en los procesos naturales; por lo tanto el movimiento de agua es superficial, es decir, la cantidad de agua precipitada no es capaz de originar ecorrentías en temporada de lluvias; por lo tanto el agua de tipo torrencial que acarrear los arroyos intermitentes se originan en las partes altas de la cuenca. Para los meses de marzo a noviembre la precipitación es menor a la evapotranspiración.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

- Con relación a la humedad y considerando el resultado de sus índices, se tiene que se clasifica como ligeramente húmedo, en tanto que el índice de aridez es muy alto, al presentarse gran deficiencia de agua todo el año (tanto estival como invernal).
- La concentración térmica en verano es baja, esto debido a que los resultados están por debajo de las temperaturas promedios mensual.

FENÓMENOS METEOROLÓGICOS

Debido a la posición geográfica de la región donde se delimita el SAR o CHF, AI y AP, el Proyecto eléctrico quedara sujeto a los efectos de los fenómenos meteorológicos que se presentan escasamente en la región, pero que se consideran para prever las medidas pertinentes en caso de ocurrir.

Los eventos meteorológicos más relevantes que se han registrado en la región, según el Atlas Nacional de Riesgos del estado de Sonora (s/f) se manifiestan depresiones, tormentas tropicales y huracanes de categorías 1, es decir, que alcanzan velocidades de hasta 153 km/h. Los registros estadísticos indican la ocurrencia de solo tres fenómenos en los últimos 50 años, una depresión tropical, una tormenta tropical y un huracán de categoría 1 que se han desplazado hasta la región del SAR o CHF según el Centro Nacional de Huracanes de Miami, Florida (2010). (Tabla IV.8 y mapa IV.10).

Tabla IV.8. Fenómenos meteorológicos registrados para la región del SAR o CHF en el periodo 1966-2009.

Año	Mes	Nombre	Categoría	Velocidad
1997	Septiembre	Nora	Tormenta tropical	63-118 km/h
1967	Septiembre	Katrina	Categoría 1	119-153 km/h
1965	Septiembre	Emily	Depresión tropical	Menor de 62 km/h

Fuente: Centro Nacional de Huracanes, Miami, Florida, USA. 2010.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



Mapa IV.10. Ubicación de la CHF o SAR con respecto a la trayectoria de Ciclones que tocaron o se acercaron a menos de 100 km.

En la región donde se ubica la CHF o SAR del Proyecto, la probabilidad de riesgo por incidencia de altas velocidades de viento es baja, es decir, se esperan depresiones y tormentas tropicales alcanzando velocidades inferiores a 118 km/h. Con respecto a la vulnerabilidad de inundación en el SAR o CHF, de acuerdo con el CENAPRED (2007) y la CONAGUA, éste es de grado medio; mientras que el índice de peligro por inundación se valora como muy alto (CENAPRED, 2016).

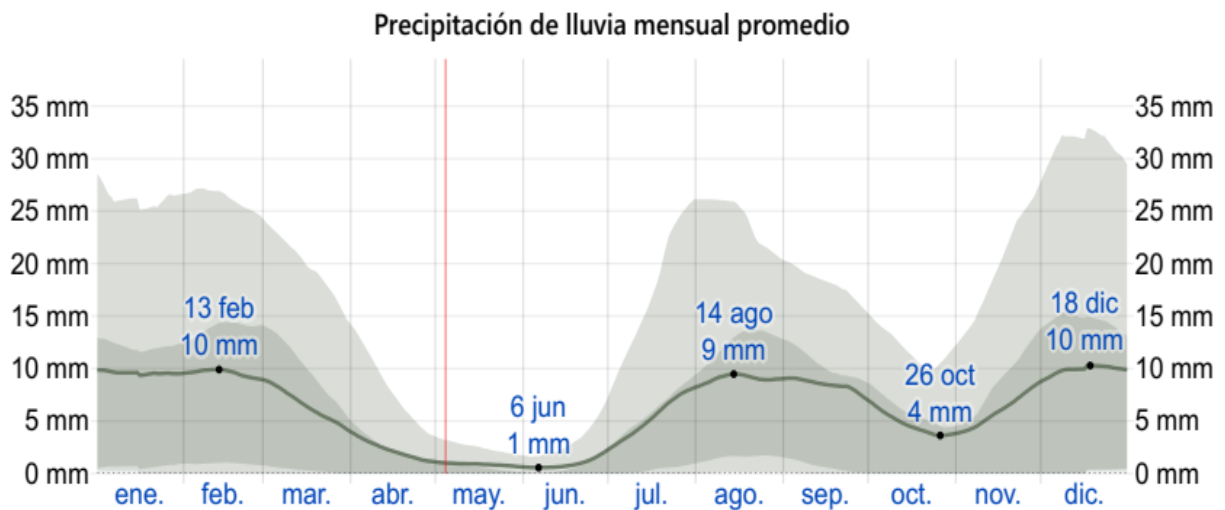
- **Lluvia**

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Para mostrar la variación durante un mes y no solamente los totales mensuales, se muestra la precipitación de lluvia acumulada durante un período móvil de 31 días centrado alrededor de cada día del año. En este sentido, la unidad de análisis tiene una variación ligera de lluvia mensual por estación, es decir, llueve durante el año y la mayoría de la lluvia cae durante los 31 días centrados alrededor del 18 de diciembre, con una acumulación total promedio de 10 milímetros. La fecha aproximada con la menor cantidad de lluvia es el 6 de junio, con una acumulación total promedio de 1 milímetro.



Grafica IV.5. Lluvia promedio (línea sólida) acumulada en un periodo móvil de 31 días centrado en el día en cuestión, con las bandas de percentiles del 25° al 75° y del 10° al 90°. La línea delgada punteada es el equivalente de nieve en líquido promedio correspondiente.

Tabla IV.9. Número de días con lluvia

ELEMENTOS	EN E	FE B	M AR	AB R	M AY	JU N	J U L	AG O	SE P	O CT	N OV	DI C	ANU AL
NUMERO DE DÍAS CON LLUVIA	1.7	1.6	1.8	0.3	0.2	0.1	0.6	1.2	0.9	1	0.8	1.7	11.9
AÑOS CON DATOS	33	31	32	32	30	31	30	29	30	29	31	31	

Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CNA), normales climatológicas, estado de Sonora, periodo 1951-2010, estación: 00026087 San Luis Río Colorado (GDE), latitud: 32°28'34" N, longitud: 114°45'43" W, altura: 40.0 msnm.

Tabla IV.10. Número de días con tormenta eléctrica

ELEMENTOS	EN E	FE B	MA R	AB R	MA Y	JU N	JU L	AG O	SE P	OC T	NO V	DI C	ANU AL
TORMENTA E.	0	0	0	0	0.1	0.1	0	0.2	0	0.2	0	0	0.6
AÑOS CON DATOS	24	23	24	24	23	23	22	21	22	21	23	23	

Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CNA), normales climatológicas, estado de Sonora, periodo 1951-2010, estación: 00026087 San Luis Río Colorado (GDE), latitud: 32°28'34" N, longitud: 114°45'43" W, altura: 40.0 msnm.

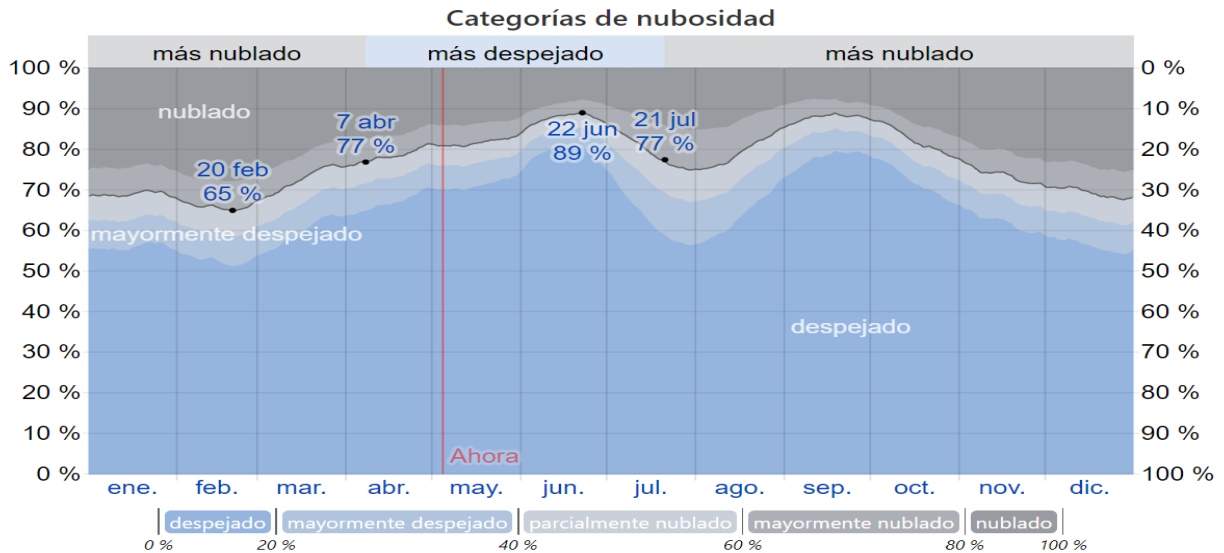
- **Nubes**

En la unidad de análisis, el promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía considerablemente en el transcurso del año. La parte más despejada del año comienza aproximadamente el 7 de abril; dura 3.4 meses y se termina aproximadamente el 21 de julio. El 22 de junio, el día más despejado del año, el cielo está despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 89 % del tiempo y nublado o mayormente nublado el 11 % del tiempo. La parte más nublada del año comienza aproximadamente el 21 de julio; dura 8.6 meses y se termina aproximadamente el 7 de abril. El 20 de febrero, el día más nublado del año, el cielo está nublado o mayormente nublado el 35 % del tiempo y despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 65 % del tiempo.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



Grafica IV.6. Categorías de nubosidad. El porcentaje de tiempo pasado en cada banda de cobertura de nubes, categorizado según el porcentaje del cielo cubierto de nubes.

Tabla IV.11. Número de días con niebla

ELEMENTOS	EN E	FE B	MA R	AB R	MA Y	JU N	JU L	AG O	SE P	OC T	NO V	DI C	ANU AL
NIEBLA	2.5	2	1.7	0.3	0	0	0	0.6	1	3.6	1.4	2.	15.2
AÑOS CON DATOS	26	25	26	26	24	24	23	22	23	22	24	24	

Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CNA), normales climatológicas, estado de Sonora, periodo 1951-2010, estación: 00026087 San Luis Río Colorado (GDE), latitud: 32°28'34" N, longitud: 114°45'43" W, altura: 40.0 msnm.

Tabla IV.12. Número de días con granizo

ELEMENTOS	EN E	FE B	MA R	AB R	MA Y	JU N	JU L	AG O	SE P	OC T	NO V	DI C	ANU AL
GRANIZO	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1
AÑOS CON DATOS	24	23	24	24	23	23	22	21	22	21	23	23	

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

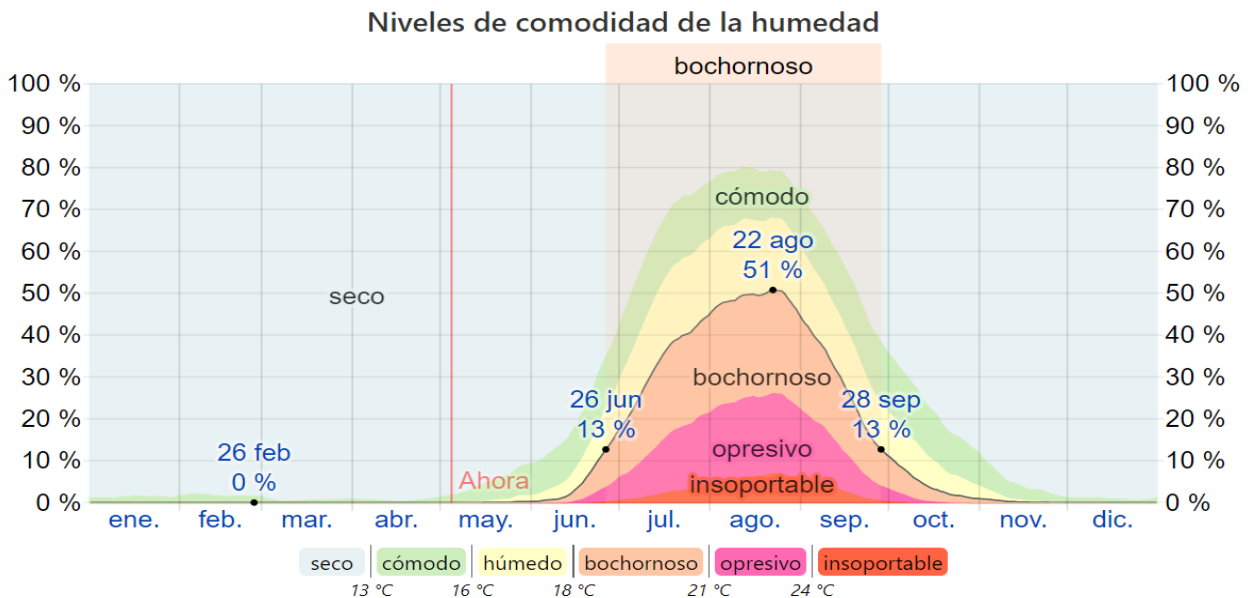
Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CNA), normales climatológicas, estado de Sonora, periodo 1951-2010, estación: 00026087 San Luis Río Colorado (GDE), latitud: 32°28'34" N, longitud: 114°45'43" W, altura: 40.0 msnm.

- **Humedad**

Se basa en el nivel de comodidad de la humedad en el punto de rocío, ya que éste determina si el sudor se evaporará de la piel enfriando así el cuerpo. Cuando los puntos de rocío son más bajos se siente más seco y cuando son altos se siente más húmedo. A diferencia de la temperatura, que generalmente varía considerablemente entre la noche y el día, el punto de rocío tiende a cambiar más lentamente, así es que, aunque la temperatura baje en la noche, en un día húmedo generalmente la noche es húmeda.

De acuerdo a lo anterior, en la unidad de análisis, la humedad percibida varía extremadamente; el período más húmedo del año dura 3.0 meses, del 26 de junio al 28 de septiembre, y durante ese tiempo el nivel de comodidad es bochornoso, opresivo o insoportable por lo menos durante el 13 % del tiempo. El día más húmedo del año es el 22 de agosto, con humedad el 51 % del tiempo, en tanto, el día menos húmedo del año es el 26 de febrero cuando básicamente no hay condiciones húmedas.



DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

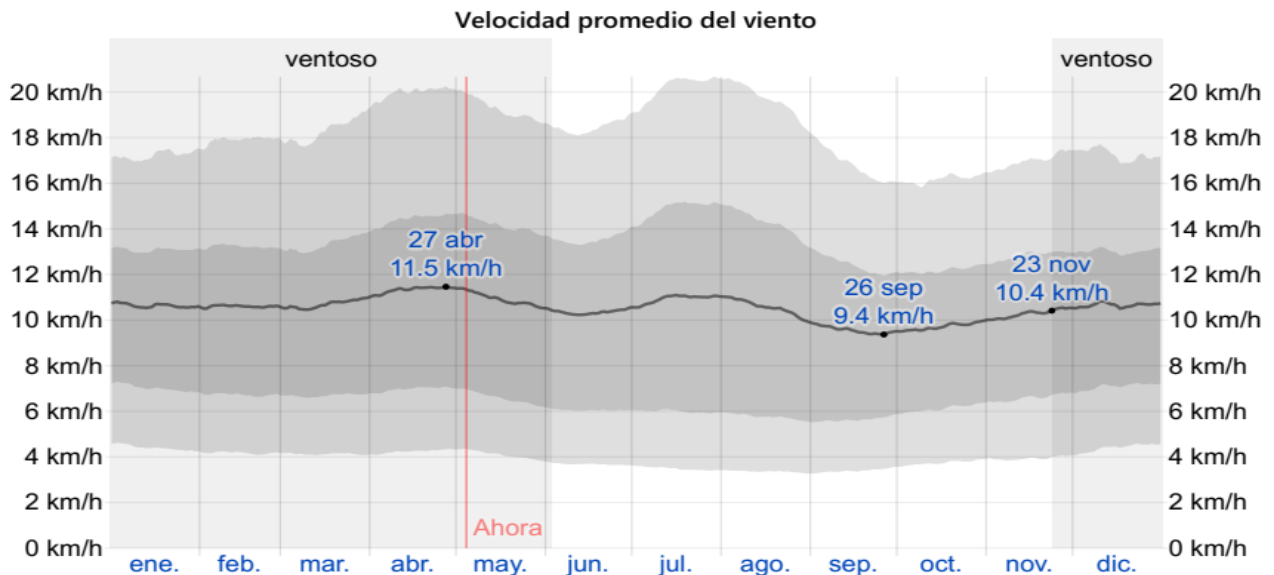
MODALIDAD B-REGIONAL

Grafica IV.7. Porcentaje de tiempo pasado en varios niveles de comodidad de humedad, categorizado por el punto de rocío

- **Viento**

Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo, bajo la perspectiva de que, el viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora.

En este contexto, la velocidad promedio del viento por hora en la unidad de análisis, tiene variaciones estacionales *leves* en el transcurso del año: la parte *más ventosa* del año dura 6.3 meses, del 23 de noviembre al 3 de junio, con velocidades promedio del viento de más de 10.4 kilómetros por hora; el día *más ventoso* del año es el 27 de abril, con una velocidad promedio del viento de 11.5 kilómetros por hora, mientras que el tiempo *más calmado* del año dura 5.7 meses, del 3 de junio al 23 de noviembre. El día *más calmado* del año es el 26 de septiembre, con una velocidad promedio del viento de 9.4 kilómetros por hora.

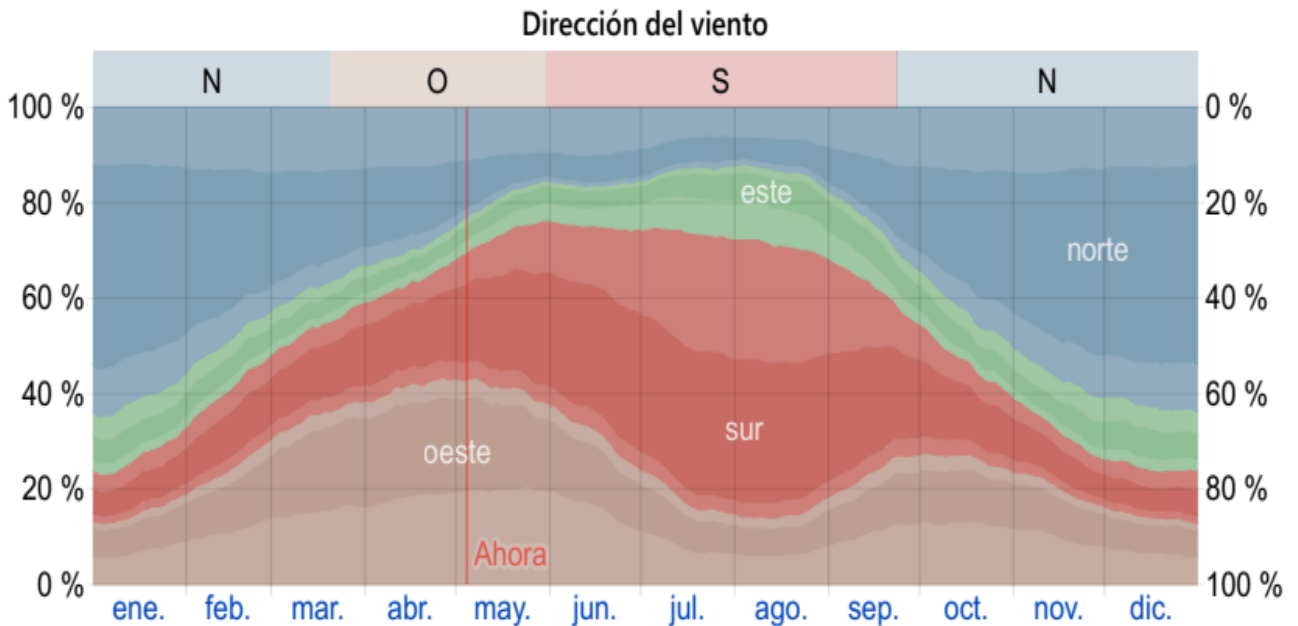


Grafica IV.8. Promedio de la velocidad media del viento por hora (línea gris oscuro), con las bandas de percentil 25° a 75° y 10° a 90°.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Por otro lado, la dirección predominante promedio por hora del viento en la unidad de análisis varía durante el año; en este sentido el viento con más frecuencia que viene del oeste durante 2.3 meses, es del 20 de marzo al 30 de mayo, con un porcentaje máximo del 44 % el 26 de abril, en tanto, el viento con más frecuencia que viene del sur, durante 3.8 meses es del 30 de mayo al 23 de septiembre, con un porcentaje máximo del 58 % el 7 de agosto, mientras que el viento con más frecuencia que viene del norte durante 5.9 meses es del 23 de septiembre al 20 de marzo, con un porcentaje máximo del 64 % en 1 de enero.



Grafica IV.9. Porcentaje de horas en las que la dirección media del viento viene de cada uno de los cuatro puntos cardinales, excluidas las horas en que la velocidad media del viento es menos de 1.6 km/h. Las áreas de colores claros en los límites son el porcentaje de horas que pasa en las direcciones intermedias implícitas (noreste, sureste, suroeste y noroeste).

Geología y geomorfología

- **Fisiografía.**

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Respecto a la fisiografía de la presente Cuenca hidrográfica, debemos señalar que la carta fisiográfica del INEGI presenta las diferentes provincias y subprovincias en las que se ha dividido el país, de acuerdo con su geología y topografía.

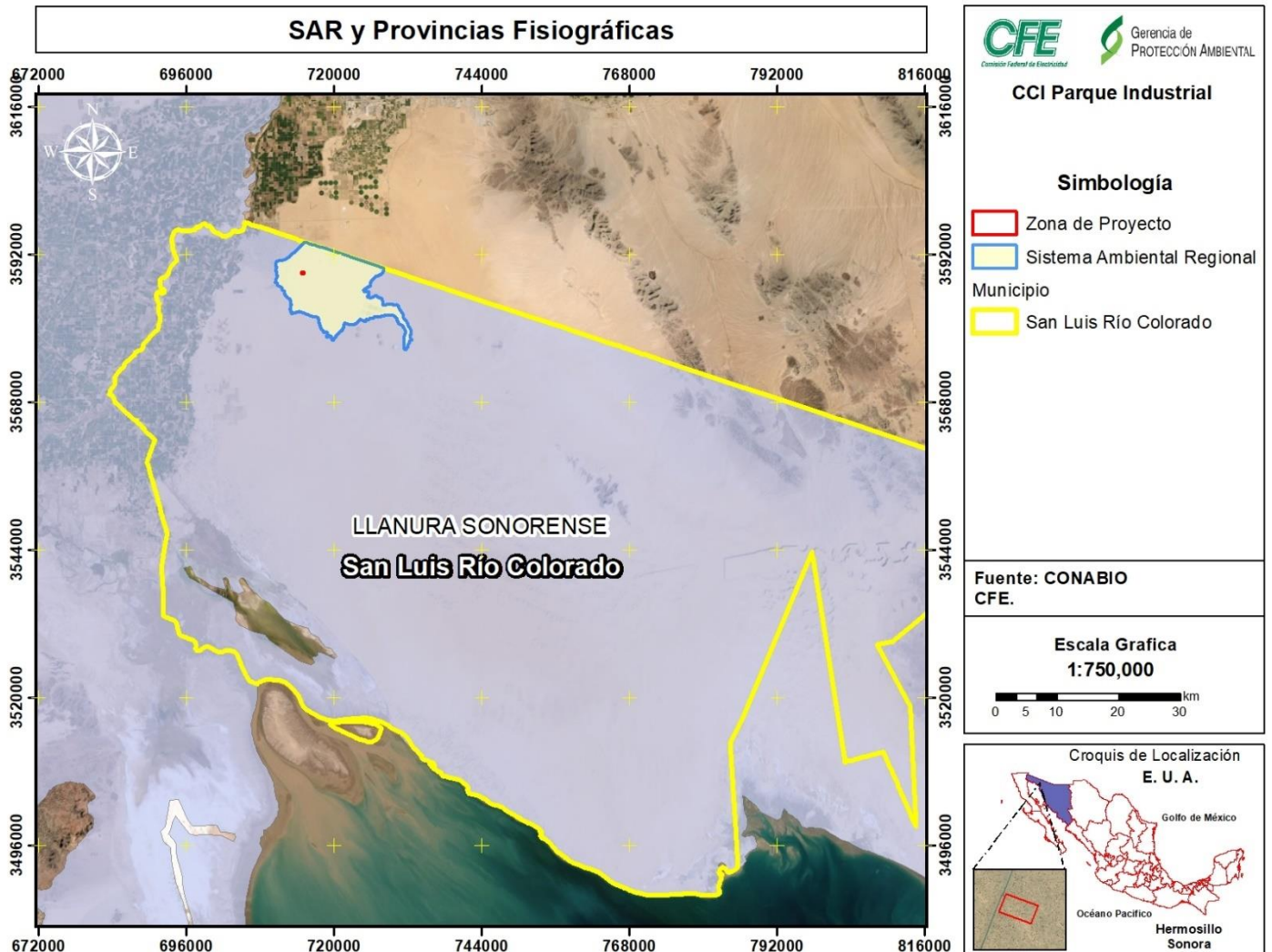
Es oportuno señalar que esta cartografía ofrece una visión general de las formas del relieve que caracterizan el Territorio Nacional, identificadas y definidas a partir del análisis integral de la información topográfica, geológica, hidrológica y edafológica, para formar unidades relativamente homogéneas, el cual resulta útil para la realización de estudios interdisciplinarios, académicos y científicos en aspectos ambientales y como herramienta para estudios de las regiones naturales del país. El área estudio recae en la Provincia fisiográfica que lleva de nombre de “Llanura Sonorense”, la cual a su vez se divide en la Subprovincia Fisiográfica “Desierto de Altar” como se puede apreciar en la tabla IV.13. y se visualiza en los mapas IV.11 y 12.

Tabla IV.13. Provincia y subprovincia fisiográfica de la Cuenca Hidrológica Forestal

Provincia	Subprovincia	Sup. (ha)	Porcentaje
Llanura Sonorense	Desierto de Altar	18077.33	100

Provincia Llanura Sonorense

La provincia fisiográfica Llanura Sonorense se ubica al noreste de México; aunque la mayor parte de esta llanura se localiza en el estado de Sonora, políticamente se extiende por los estados de Baja California y Sonora. Limita al Norte con Estados Unidos; al Este, tiene límites con la provincia de la Sierra Madre del Occidente; por el Sur, limita con la provincia de la Llanura Costera del Pacífico; y en la porción Oeste, limita con la Provincia de la Península de California y el Golfo de California. Está caracterizada por un paisaje con una serie de cráteres y mesetas de origen volcánico. Incluye parte de las subprovincias de: Desierto de Altar, Sierra del Pinacate y parte de la de Sierras y Llanuras Sonorenses.



Mapa IV.11. Provincias fisiográficas de la cuenca hidrográfica

Subprovincia Desierto de Altar

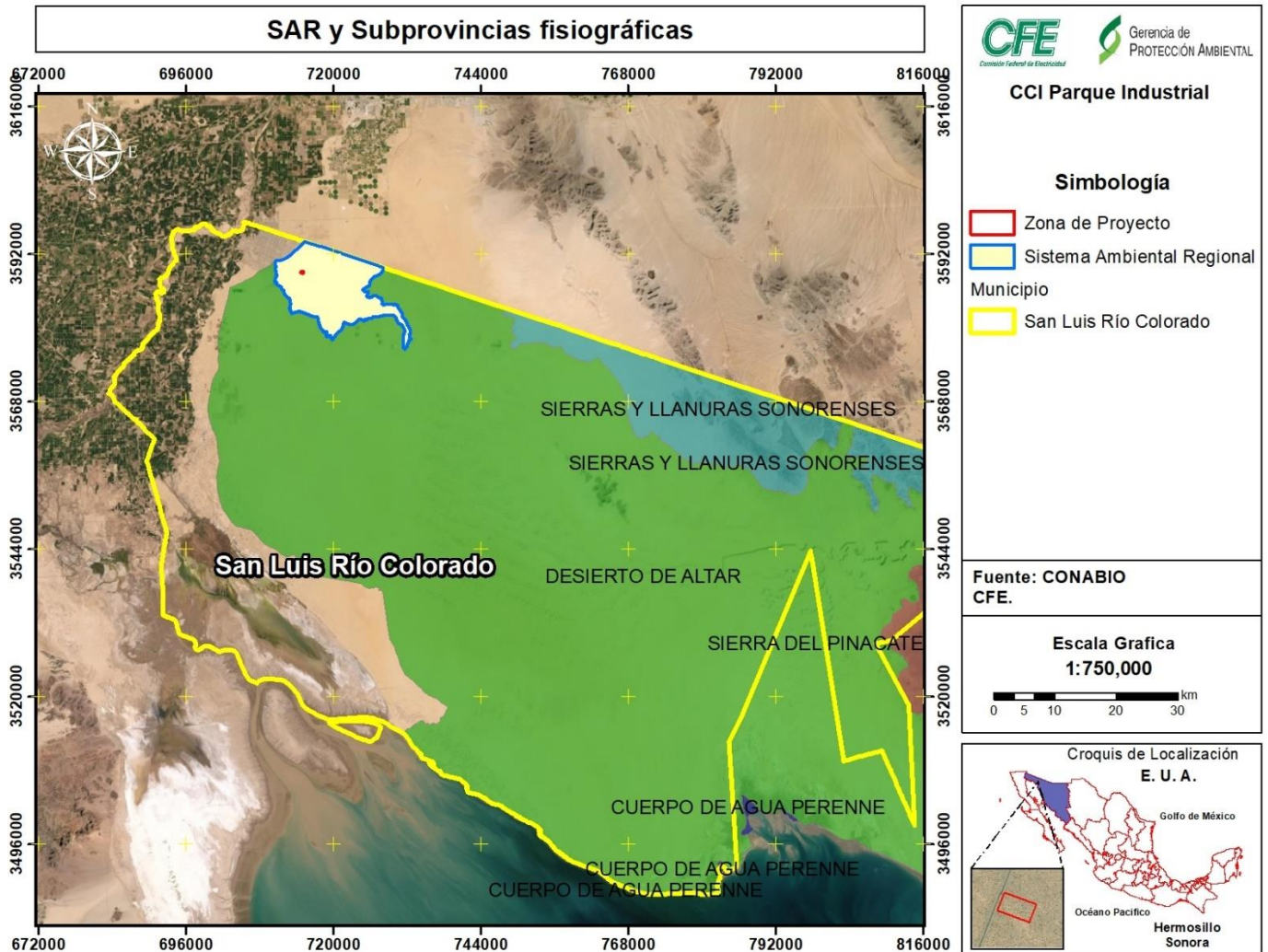
La subprovincia Desierto de Altar se distingue por tener campos de dunas y llanuras, éstas últimas con alturas entre 0 y 200 msnm. La subprovincia Sierras y Llanuras Sonorenses se diferencia de la anterior por presentar sierras aisladas en dirección Noroeste - Sureste y Norte - Sur, con alturas que van de 200 a 1,400 msnm, con llanuras y lomeríos ubicados entre ellas. En la siguiente figura se aprecia que el 100% de la Cuenca Hidrográfica Forestal recae en esta subprovincia.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Otro aspecto importante en cuanto a la fisiografía de la Cuenca Hidrográfica-forestal es que se encuentra bajo la influencia de los campos de dunas semilunares de tipo barján, que constituyen la Mesa Arenosa de San Luis Río Colorado, con la ladera abrupta y los cuernos del lado opuesto (sotavento) al que recibe los vientos dominantes, así como la gran extensión del Desierto de Altar. Los campos de dunas son interrumpidos al oriente del delta y al norte de la bahía de San Jorge por lomeríos de rocas metamórficas del Precámbrico.



Mapa IV.12. Subprovincias fisiográficas de la cuenca hidrográfica

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

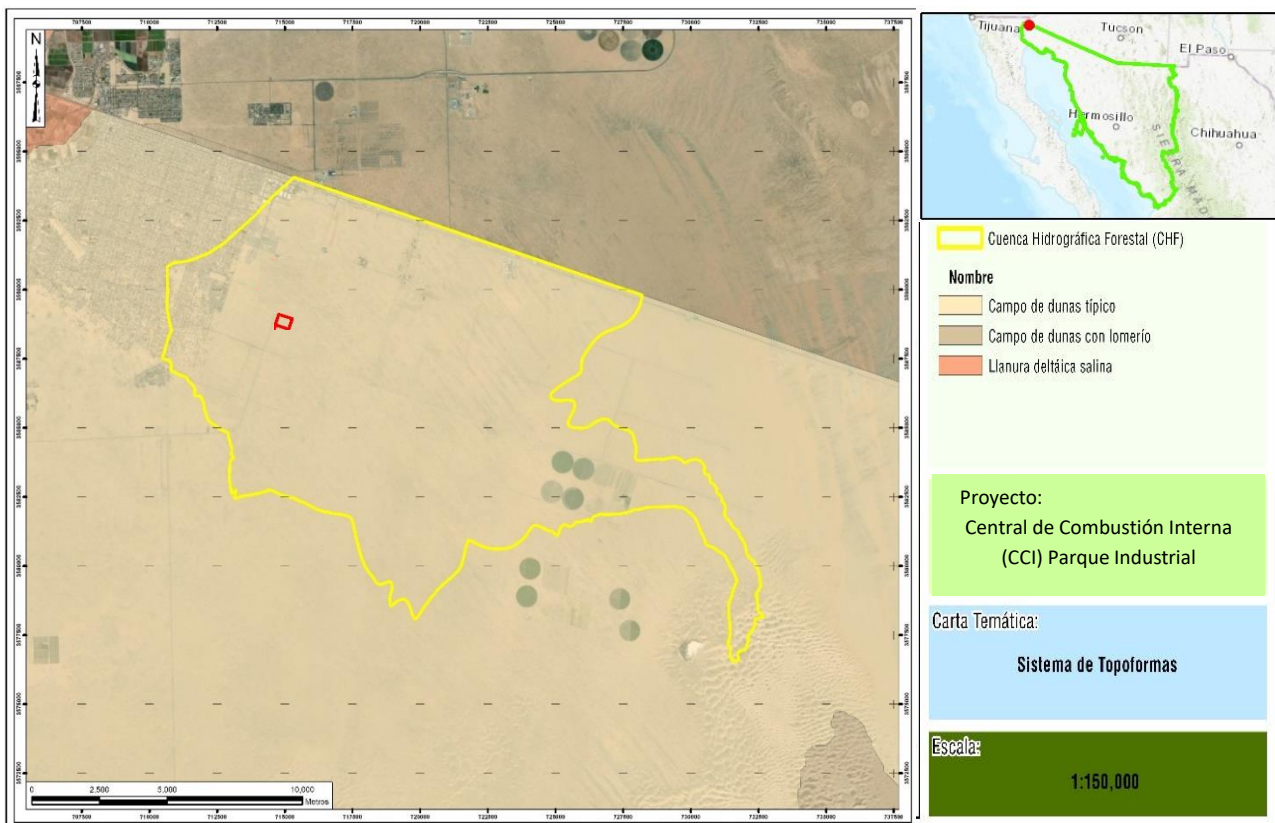
Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Topoformas y Topografía

Adicional a la consulta de la carta fisiográfica se revisó también la carta de topoformas del INEGI, la cual es un conjunto de formas del terreno asociadas según algún patrón o patrones estructurales y/o degradativos, y en ese sentido debemos referir que la Cuenca hidrográfica presenta un Campo de dunas típico como se puede apreciar en la tabla IV.14 y mapa IV.13.

Tabla IV.14. Superficie que abarca cada sistema de topoformas en la Cuenca hidrográfica

SISTEMA DE TOPOFORMA	SUPERFICIE (HA)	PORCENTAJE
Campo de dunas típico	18,077.33	100
Total	18,077.33	100



Respecto al Campo de dunas debemos decir que este es una acumulación de arena suave y seca, formada por la acción cambiante del viento, lo que a su vez genera variaciones en sus cantidades

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

al moverse constantemente. Así también, este elemento es importante en la Cuenca Hidrográfica-forestal, ya que este accidente geográfico se produce en zonas desérticas o de costa, con fuerte influencia de los vientos. Así también debemos reconocer que el tamaño de las dunas es variable, y que las dunas si son pequeñas, se fusionan con las más grandes aumentando su tamaño; y cuando la duna llega a una altura de entre 4 y 6 metros desprende mayor cantidad de arena formando nuevas dunas más chicas, las cuales se alejan de la duna mayor por ser más veloces. Un aspecto importante de estas arenas es que se las denomina eólicas ya que su actividad está estrechamente vinculada a la actividad de los vientos, sus direcciones y variantes. Proviene del constante proceso que éstos ejercen sobre las rocas, erosionándolas y convirtiéndolas en partículas cada vez más pequeñas, es decir, en arenilla, que por ser liviana se desplaza con facilidad, se acumula y origina las dunas, que no permanecen iguales en el tiempo, sino que, por el contrario, se mueven y cambian constantemente.

Otro aspecto importante, para entender la calidad ambiental de la Cuenca Hidrográfica-forestal es que el continuo avance de estas arenas suele invadir regiones pobladas, obstruyendo vías de comunicación, caminos, rutas, cultivos, etcétera. Por supuesto, esta situación puede generar graves consecuencias según la cantidad de arena arrastrada. Por ello es necesario la conservación de la vegetación, así como de la implementación de medidas de control y de reducción de la velocidad de los vientos. Por otra parte, a pesar de este potencial del área en cuanto a la formación de topofomas de campo de dunas típico, el área de la Cuenca Hidrográfica Forestal presenta una topografía mínimamente accidentada como podemos observar en el mapa IV.14.

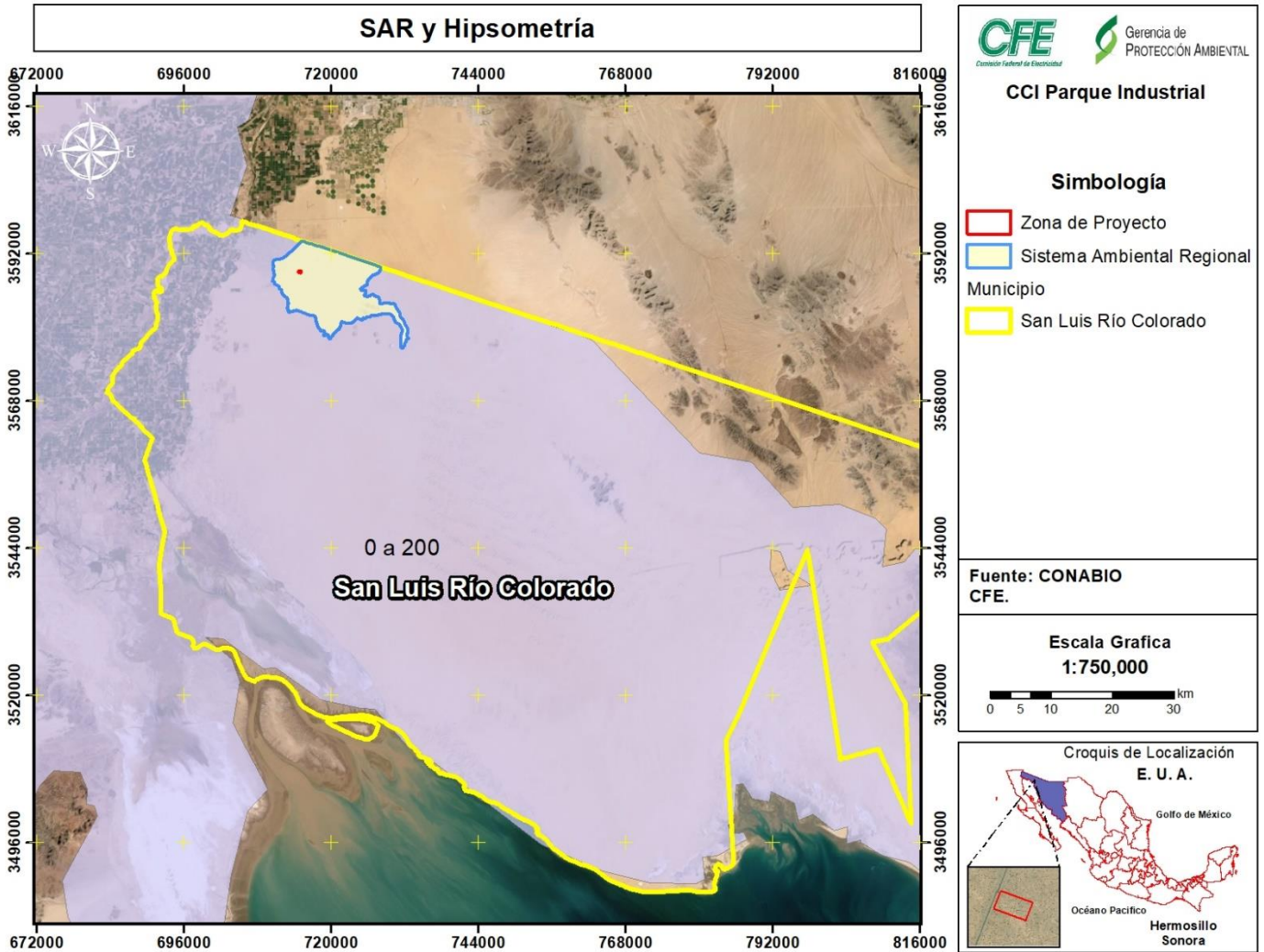
- **Relieve**

El SAR o CHF está inmerso en una planicie desértica en su totalidad y forma parte del desierto de Altar con elevaciones que van de los 20 a los 60 msnm (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2002). Las principales elevaciones se localizan al noreste del municipio de San Luis Río Colorado, destacan las serranías de El Tule, El Zumbador, El Rosario, Las Pintas, La Tinaja y Malpaís que alcanzan elevaciones hasta los 800 msnm (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 1996), ver mapa IV.15.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

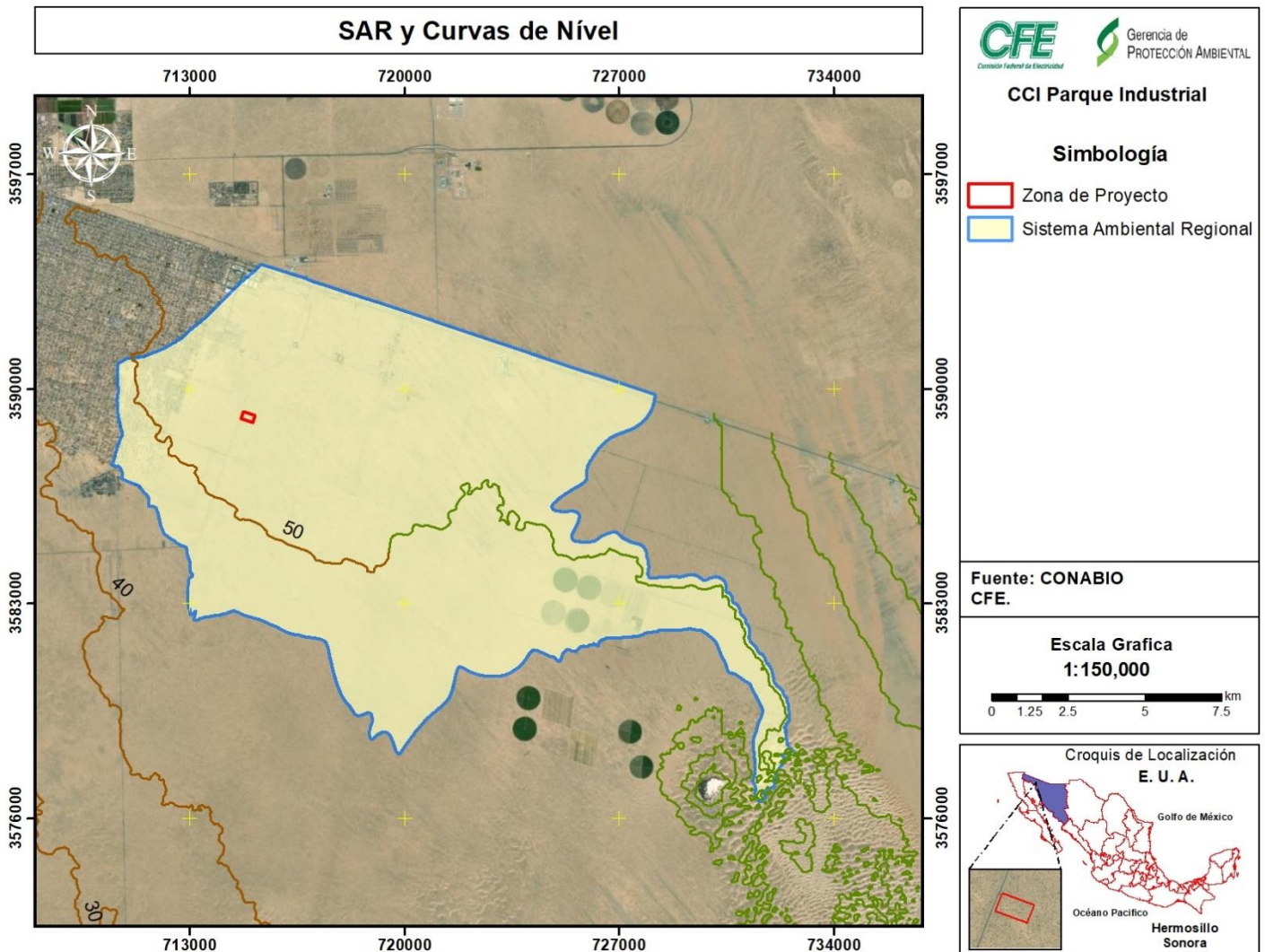


Mapa IV.14. Conjunto de elevaciones en el área de la Cuenca Hidrográfica

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



Mapa IV.15. Conjunto de elevaciones en el área de la Cuenca Hidrográfica

- **Geología.**

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

De acuerdo a la carta Geológica del INEGI se identificó que en el área de la Cuenca hidrográfica se encuentra un tipo de clasificación geológicas: Q (s) Sedimentos cuaternarios recientes / Cenozoico / Cuaternario como se puede apreciar en la tabla IV.15 y mapa IV.16.

Tabla IV.15. Geología de la Cuenca Hidrográfica

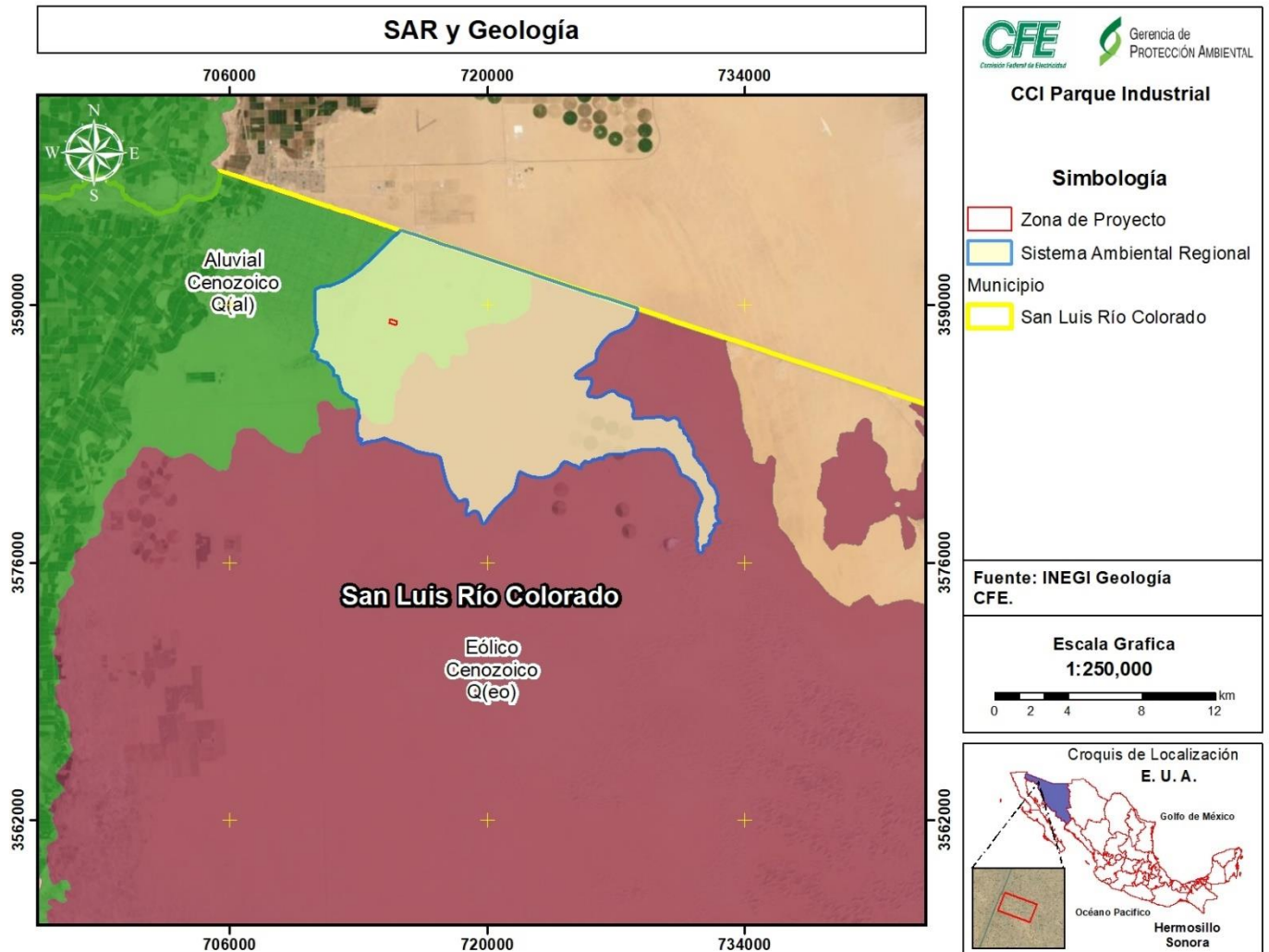
CLAVE	TIPO	SUPERFICIE (HAS)	PORCENTAJE
Q(s)	Sedimentos cuaternarios recientes / Cenozoico / Cuaternario	18,077.33	100
	Total	18,077.33	100

La geología cuya expresión es la formación de las expresiones rocosas y la posición en que aparecen en la corteza terrestre, la cual tiene como objeto el estudio de su composición, estructura, dinámicas e historia de la tierra. La condición geológica que se manifiesta en la Provincia Llanura Sonorense y de la subprovincia Desierto de Altar están determinadas por sedimentos del Paleógeno-Neógeno y Cuaternario (depósitos eólicos) representados por arcillas de la formación Bousse. Los depósitos del Reciente (conglomerados, arenas, gravas, arcillas y depósitos de pie de monte) son transportados por los ríos Gila y Colorado. Se identifican tres diferentes depósitos en la zona, de tipo aluvial, eólico y lacustre.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



Mapa IV.16. Geología en la Cuenca Hidrográfica

Los Sedimentos cuaternarios recientes (Qs), son depósitos aluviales y de terrazas holocénicos constituidos de arenas, limos y arcillas. Se presentan principalmente en las riberas de los grandes ríos de la llanura oriental.

El suelo aluvial es rico en nutrientes y puede contener metales pesados. Estos suelos se forman cuando los arroyos y ríos disminuyen su velocidad. Las partículas de suelo suspendidas son demasiado pesadas para que las lleve la corriente decreciente y son depositadas en el lecho del río. Las partículas más finas son depositadas en la boca del río, formando un delta. Los suelos

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

aluviales varían en contenido mineral y en las características específicas del suelo en función de la región y del maquillaje geológico de la zona. Es rico en minerales y nutrientes a menudo contiene grava, arena y limo. La composición química del suelo dependerá del lugar donde se encuentre la topografía de la tierra influirá en lo que se escurre en el río que con el tiempo formará el suelo aluvial.

El **SAR** o **CHF**, como se ha descrito, su condición geológica se debe a que está inmersa en una región con presencia de grandes llanuras (campos de dunas) y sierras aisladas. La condición geomorfología es el resultado de la intrusión de rocas graníticas, la actividad volcánica y la deposición de sedimentos de diferente origen afectados por las fuerzas tectónicas que provocaron el fallamiento de las rocas Paleozoicas, Mesozoicas y Cenozoicas aunados al sistema de fallas de San Andrés. Las unidades geomorfológicas identificadas son el delta del Río Colorado ubicado al oeste del estado de Sonora, así como el aparato volcánico de Cerro Prieto y la Mesa Arenosa de San Luis ubicada al este de dicha entidad (Comisión Nacional del Agua, 2020).

El **SAR** o **CHF** se caracteriza por estar prácticamente compuesto de los depósitos aluviales del Río Colorado donde la asociación geológica principal es la de conglomerado-arenisca (INEGI, 2009 y CN A, 2020).

*La superficie del **SAR** o **CHF** está dominada también por sedimentos del Cuaternario (depósitos eólicos) representados por arcillas de la formación Bousse. El sistema cuaternario está representado por las dunas de los desiertos de Altar y Yuma que sobreyacen a los sedimentos aluviales más recientes constituidos por gravas, arenas y arcillas que a su vez sobreyacen a los representados por depósitos fluviales y aluviales de los ríos Colorado y Gila los cuales están conformados por boleas, gravas, arenas y aglomerados (INEGI, 2009).*

En el SAR, así como el AI y AP se identifican dos diferentes depósitos, aluvial y eólico. Los depósitos aluviales son una masa de sedimentos dendríticos, transportados por un río casi siempre temporalmente en puntos a lo largo de su llanura de inundación. Están normalmente compuestos por arenas y gravas (terrazza fluvial, rejuvenecimiento, depósitos coluviales, depósitos eluviales). Mientras que los depósitos eólicos son fracciones más finas de arcillas, limos y arenas disgregadas de las rocas por meteorización o erosión que son transportadas y acumuladas por el viento, sobre todo en regiones bajas donde sopla fuerza y en dirección constante (INEGI, 2009, y SGM, 2020).

Tabla IV.16. Origen del tipo de roca geológica en el SAR o CHF

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Área	Era geológica	Sistema	Roca
Sistema Ambiental Regional o CHF	Cenozoico	Cuaternario Q(s) Representado por las dunas de los desiertos de Altar y Yuma	Sedimentaria se forman por la precipitación y acumulación de materia mineral de una solución o por la compactación de restos vegetales y/o animales que se consolidan en rocas duras.
Área de Influencia			
Área de Proyecto			

El suelo aluvial es rico en nutrientes y puede contener metales pesados. Estos suelos se forman cuando los arroyos y ríos disminuyen su velocidad. Las partículas de suelo suspendidas son demasiado pesadas para que las lleve la corriente decreciente y son depositadas en el lecho del río. Las partículas más finas son depositadas en la boca del río, formando un delta. Los suelos aluviales varían en contenido mineral y en las características específicas del suelo en función de la región y del maquillaje geológico de la zona. Es rico en minerales y nutrientes a menudo contiene grava, arena y limo. La composición química del suelo dependerá del lugar donde se encuentre la topografía de la tierra influirá en lo que se escurre en el río que con el tiempo formará el suelo aluvial.

Fallas y zonas de fracturas.

El **SAR** o **CHF**, se encuentra inmerso en la Cuenca de Altar la cual está afectada por la gran falla de San Andrés que hace diez millones de años originó la separación de la Península de Baja California. Ésta es la más extensa ya que se desarrolla a lo largo de 1 050 km con un ancho muy variable en el rango de menos de 1 000 m hasta los 15 000 m en lugares donde se entrelaza con líneas de fallas secundarias. Origina movimientos tectónicos regionales junto con la falla de San Jacinto, la cual es considerada la rama más activa de la falla de San Andrés (INEGI, 2009).

Cabe destacar que en el Predio que conforma el polígono del Proyecto **CCI Parque Industrial**, **no** incidirá sobre falla geológica alguna o que se encuentra inmerso en alguna zona de fractura, por lo que la infraestructura eléctrica que se instalara en el predio seleccionado para el cambio de uso de suelo en terreno forestal **no** se verá afectada por ello.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

De acuerdo con la información que se describe en el Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED, 2007), se identifica que la falla más próxima al territorio del **SAR** o **CHF** del Proyecto, es la que se encuentra en el volcán de Cerro Prieto, se localiza a una distancia aproximada de 24 km en línea recta al suroeste. La falla es de tipo lateral derecho con una inclinación de 90° y longitud de 108,33 km.

Otra falla que se identifica al noroeste del SAR o CHF, de acuerdo con la información del CENAPRED (2007), es la que corresponde a la “falla Imperial” cuya característica es de tipo lateral derecha con inclinación de 90° y tiene una longitud de 65,49 km.

Deslizamientos y susceptibilidad a sismicidad.

De acuerdo con la ilustración del Mapa Nacional de Susceptibilidad de Inestabilidad de Laderas del Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED, 2007) al igual que con el mapa de Regionalización Sísmica de la Comisión Federal de Electricidad (2015), el **SAR o CHF del Proyecto** quedara ubicado en la “Zona D” según la clasificación de zonas sísmicas para la República Mexicana (figura IV.1). Para la “Zona D” se describen grandes fenómenos sísmicos históricos, considerados con ocurrencia de sismos muy frecuente y donde las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70 % de la aceleración de la gravedad.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



Figura IV.1. Clasificación de zonas sísmicas para la República Mexicana. El SAR o CHF incide en la Zona D.

Suelos

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Con base en la carta edafológica de la Serie VI INEGI, se identificó que la Cuenca Hidrográfica definida como área de análisis para el Proyecto, presenta suelo de tipo Regosol, dado por las siguientes fórmulas: Rc+Re/1 y Re+Rc/1/G, como se puede apreciar en la siguiente tabla IV.17. y en el mapa IV.17.

Tabla IV.17. Unidades de suelo presentes en la Cuenca hidrográfica

Unidad de suelo	Simbología	Superficie (Has)	Porcentaje
Regosol calcárico + Regosol eútrico / Gruesa	Rc+Re/1	17552.21	97.10
Regosol eútrico + Regosol calcárico / Gruesa	Re+Rc/1/G	525.12	2.90
	Total	18077.33	100

Las fórmulas anteriores indican que en la unidad de análisis predomina el tipo de suelo Regosol y, cuyo dominio en la primera se presenta la subunidad calcárico y como secundario la subunidad eútrico, mientras que en el segundo la subunidad eútrico se presenta como primario y el calcárico como secundario, ambas agrupaciones con clase textural gruesa.

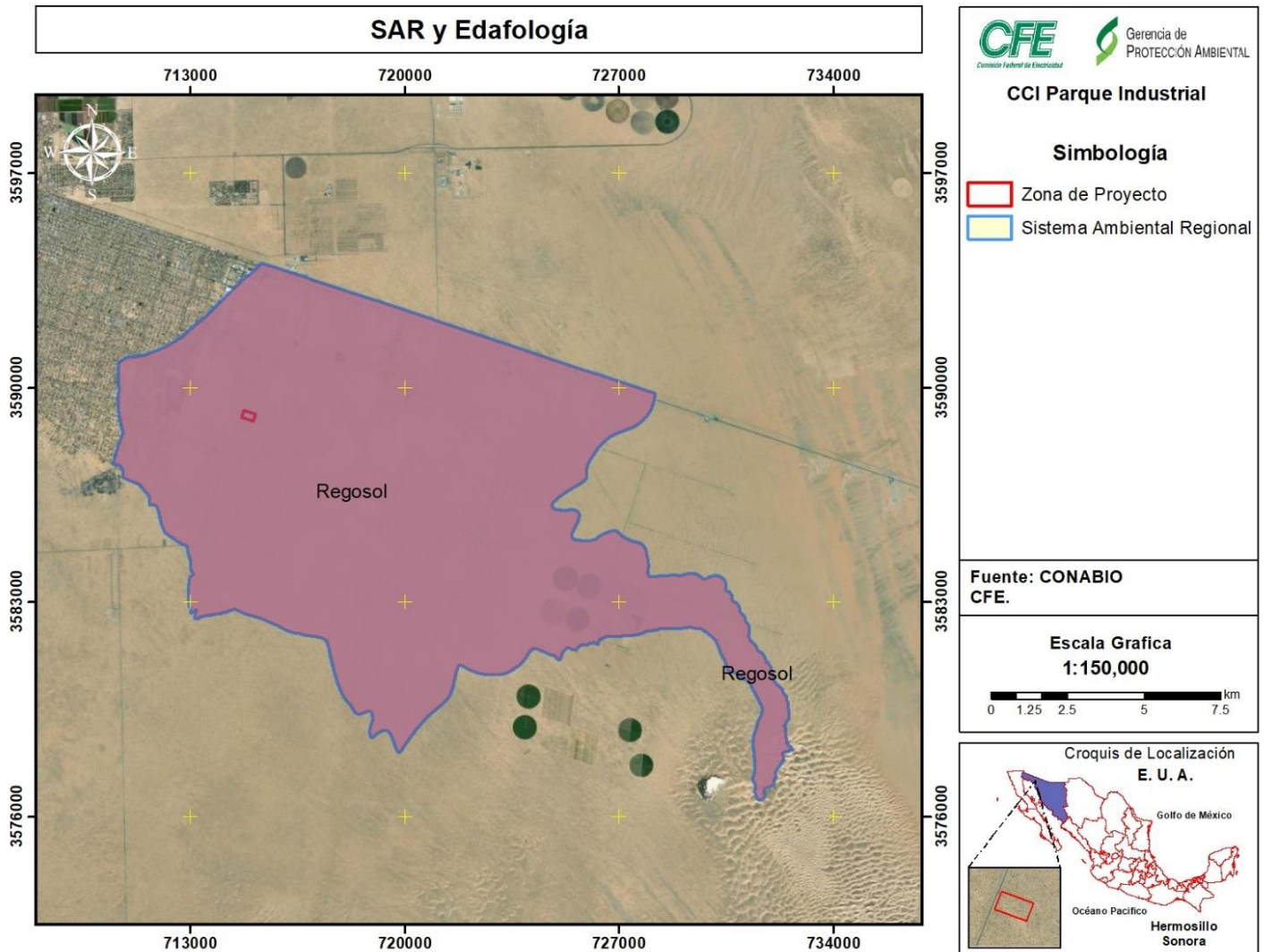
Según INEGI, la Connotación proviene del griego reghos: manto, cobija o capa de material suelto que cubre a la roca. En general, son suelos muy jóvenes que se desarrollan sobre material no consolidado², de colores claros y pobres en materia orgánica. Se encuentran en todos los climas, con excepción de zonas de permafrost³, y en todas las elevaciones, y son particularmente comunes en las regiones áridas, semiáridas (incluyendo los trópicos secos) y montañosas. Muchas veces se asocian con los Leptosoles y con afloramientos de roca o tepetate.

En tanto, la subunidad Calcárico, proviene del latín calcareum: calcáreo, se caracteriza por ser ricos en cal y nutrientes para las plantas, mientras que la subunidad eutrico proviene del griego eu: bueno, se caracteriza por ser ligeramente ácidos a alcalinos y más fértiles que los suelos dísticos (que tiene una saturación con bases (por NH₄OAc 1 M) menor de 50 por ciento, en la

² Es un agregado natural de partículas poco cohesivas, no cementadas entre sí.

³ Ocasionalmente traducido como permahielo, gelisuelo, permagel o permacongelamiento: es la capa de suelo permanentemente congelado (pero no permanentemente cubierto de hielo o nieve) de las regiones muy frías o periglaciares, como la tundra.

mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endurecida).



Mapa IV.17. Edafología de la cuenca hidrográfica

Características y usos de los suelos Regosoles

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Castro, Mercedes, 2020⁴, menciona que, se trata de suelos cuya formación está relacionada con su posición topográfica, similar a como ocurre con los Leptosoles, pero se diferencian de estos en que poseen una profundidad mayor a los 25 cm. Los regosoles están formados por material fino no consolidado debido a que se desarrollan sobre rocas deleznales (que se deshacen). Al estar compuesto por material no consolidado, con muy escasa materia orgánica, retienen poca humedad. Además, su horizonte ócrico superficial tiende a formar costra en la época seca dificultando tanto la infiltración del agua como la emergencia de plántulas. Se desarrollan en zonas de montaña, así como en sedimentos de ríos y marinos, en todo tipo de climas y en todas partes del mundo. Son más abundantes en zonas secas cálidas y frías.

Dadas sus propiedades físicas y escasa fertilidad no son muy productivos desde el punto de vista agrícola, sin embargo, con el manejo adecuado pueden cultivarse en ellos diversas hortalizas o establecer huertos frutales.

Por otra parte, cuando sustentan herbazales naturales, pueden emplearse para el pastoreo con una carga animal baja. En todo caso, en condiciones de alta pendiente, dada su predisposición a la erosión, es preferible destinarlos a la conservación de la vegetación natural original.

Características de los regosoles

Dentro de los regosoles se incluye a todos aquellos suelos jóvenes que no entran en el resto de grupos establecidos. Por tanto, se describen más por características que no poseen que por características diagnósticas propias.

En este sentido son suelos similares a los leptosoles o litosoles, pero con mayor profundidad y sobre roca deleznable. Igualmente, muestran similitud con los aridisoles, pero son poco arenosos y presentan semejanza con los fluvisoles (sin presentar el moteado de estos por los procesos de oxidación y reducción).

En general, se trata de suelos minerales profundos, poco desarrollados, con un horizonte superficial ócrico sobre el material original aún no consolidado. La presencia de ese material grueso en la mayor parte del perfil, le confiere un buen drenaje debido a su alta porosidad.

- **Material parental y formación**

⁴ Castro, Mercedes. (20 de April de 2020). Regosol: características y usos. Lifeder. Recuperado de <https://www.lifeder.com/regosol/>.

Son suelos minerales poco evolucionados que se forman sobre diversos tipos de material parental deleznable, expuestos a la erosión por su posición topográfica. El material parental puede ser de sedimentos de ríos o marinos, así como sedimentos volcánicos, areniscas o arcillas.

Se trata de materiales de grano fino no consolidados, debido a bajas temperaturas en el suelo, a sequía extrema o a procesos erosivos permanentes. Por otra parte, su escasa materia orgánica no permite formar agregados, por lo que en estas condiciones se da un escaso desarrollo de suelo.

La roca deleznable se deshace bajo la acción de los factores de meteorización (agua, viento, vegetación) y se va acumulando. Con el tiempo se va formando un primer horizonte delgado, pero el resto de la profundidad del perfil permanece compuesto del material deshecho original.

En este grupo también se incluyen suelos en formación (jóvenes) a partir de desechos mineros, rellenos sanitarios y otros materiales por la acción del ser humano.

- **Perfil**

Si bien se trata de suelos profundos, no presentan una definición de horizontes, salvo un horizonte superficial ócrico sobre el material original poco alterado. El ócrico es un horizonte diagnóstico superficial (epipedón), caracterizado por presentar un color muy claro, con muy poco carbono orgánico y se endurece al secarse.

Por otra parte, dependiendo del material parental que les da origen y de las condiciones ambientales de formación, se identifican distintos tipos de regosoles. Entre ellos están los regosoles calcáricos, caracterizados por concentraciones altas de carbonato de calcio y los regosoles éutricos con abundantes bases.

- **Ambientes y regiones donde se desarrollan**

Los regosoles predominan en zonas áridas y en áreas montañosas donde se presenten tipos de rocas deleznales o que se deshacen con facilidad. Son, junto a los leptosoles, uno de los grupos de suelos más extendidos en el planeta, abarcando cerca de 260 millones de hectáreas.

Son especialmente abundantes en el medio oeste norteamericano, zonas secas de Centro y Sudamérica, África del norte, Australia y Oriente Medio. En Europa, los regosoles son más comunes al sur del continente que en el norte, especialmente en la zona del Mediterráneo y los Balcanes.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Desde el punto de vista climático se encuentran tanto en climas tropicales, como templados y fríos en todo el planeta (suelos azonales). Por la condición material que los conforma, son susceptibles a la formación de cárcavas (grandes trincheras o grietas socavadas por el agua de escorrentía, el viento o el hielo).

- **Usos**

Los regosoles debido a su escaso desarrollo, poca retención de humedad, susceptibilidad a la erosión y compactación, no son muy productivos. Sin embargo, con el manejo adecuado pueden destinarse a la producción agrícola de ciertos cultivos y al pastoreo, sin expectativas de alta productividad.

- **Limitaciones y manejo**

Debido a la condición poco consolidada del material que compone a los regosoles, son muy susceptibles a la erosión. Esto sobre todo cuando están en condiciones de alta pendiente, lo cual dificulta su uso para la agricultura.

Por su alta porosidad tienen muy baja capacidad para retener el agua, siendo sensibles a la sequía y el horizonte superficial ócrico tiende a formar costra al secarse. Esto último dificulta la infiltración del agua, incrementando la escorrentía superficial y formando una barrera para la emergencia de las plántulas.

Ante estas condiciones, estos suelos requieren un manejo adecuado para la producción agrícola, entendiendo que no serán muy productivos. Entre otras cosas requieren riego abundante o técnicas como el riego por goteo que maximizan la eficiencia en el uso del agua.

Mientras que en zonas montañosas con altas pendientes es preferible no intervenirlos, dejando la vegetación natural. Donde alcanzan una mayor productividad es en condiciones de clima fresco y húmedo.

- **Cultivos**

Con el adecuado manejo y en zonas planas o de muy baja pendiente, se pueden cultivar diversas hortalizas, como por ejemplo la remolacha azucarera. También es posible el establecimiento de huertas frutales en suelos de este tipo.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

- **Pastizales**

La vegetación natural en estos suelos en muchas ocasiones consiste en herbazales, por lo que pueden dedicarse al pastoreo extensivo. Sin embargo, su baja productividad y problemas de erosión, ameritan que la carga animal sea baja, ya que el exceso de pisoteo los compacta en superficie.

Para finalizar este apartado, es importante señalar que en Capítulo VI del presente estudio técnico justificativo se realizará el análisis de la tasa de erosión actual del área de Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales para conocer la cantidad de suelo y las afectaciones que el Proyecto podría generar.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

- **El tipo de degradación del suelo en el SA o CHF, AI y AP**

Con el fin de evaluar el tipo de la degradación de suelo donde incide el proyecto y su posible afectación al mismo por las actividades y obras de la CCI Parque Industrial en la región se realizó el siguiente análisis.

La degradación del suelo se define como un cambio en la salud del suelo resultando en una disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios para sus beneficiarios. Los suelos degradados contienen un estado de salud que no pueden proporcionar los bienes y servicios normales del suelo en cuestión en su ecosistema.

En este caso, para determinar el estado de degradación del suelo presente en la microcuenca de estudio se basó en la metodología ASSOD (Van Lyden, 1997) "Assesment of the Status of Human-Induced Soil Degradation" (Estimación del estado de la Degradación del Suelo Inducida por el hombre) que es una modificación de la metodología propuesta por Oldeman (1988) llamado GLASOD. Esta última adaptada por la FAO a nivel mundial y por el Inventario Nacional de Suelos de la Dirección General de Restauración y Conservación de Suelos (DGRyCS) dependiente de la SEMARNAT en el periodo 2000-2002. En esta metodología se reconocen dos grandes la degradación por desplazamiento del material del suelo, que tiene como agente causativo a la erosión hídrica o eólica y la degradación resultante de su deterioro interno, que considera en la actualidad a los procesos de la degradación física y química únicamente.

De acuerdo a esta metodología el 2.2% de la superficie de la microcuenca presenta una degradación de suelo física por pérdida de la función productiva. El otro 97.8% de la superficie de la microcuenca aparentemente no presenta degradación.

De acuerdo a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI, Serie VI, los sitios que aparentemente no presentan degradación se encuentran en aquellas zonas donde hay agricultura de riego permanente (498.98 ha), asentamientos humanos(1,086.42 ha), vegetación de desiertos arenosos (4,329.12 ha) y vegetación secundaria arbustiva de vegetación de desiertos arenosos (11,758.93 ha)

las zonas con degradación física se presentan principalmente en las zonas de asentamientos humanos (338.73 ha) y vegetación secundaria arbustiva de vegetación de desiertos arenosos (59.22 ha).

En la siguiente tabla se presenta un desglose de los tipos de degradación del suelo, así como el grado y causa que los origina.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Tabla IV.18. Tipos de degradación del suelo y la superficie que ocupa en la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental.

TIPO	GRADO	CAUSA	AREA (ha)	AREA (%)
Degradación física por pérdida de la función productiva	Extremo	Urbanización	397.95	2.2

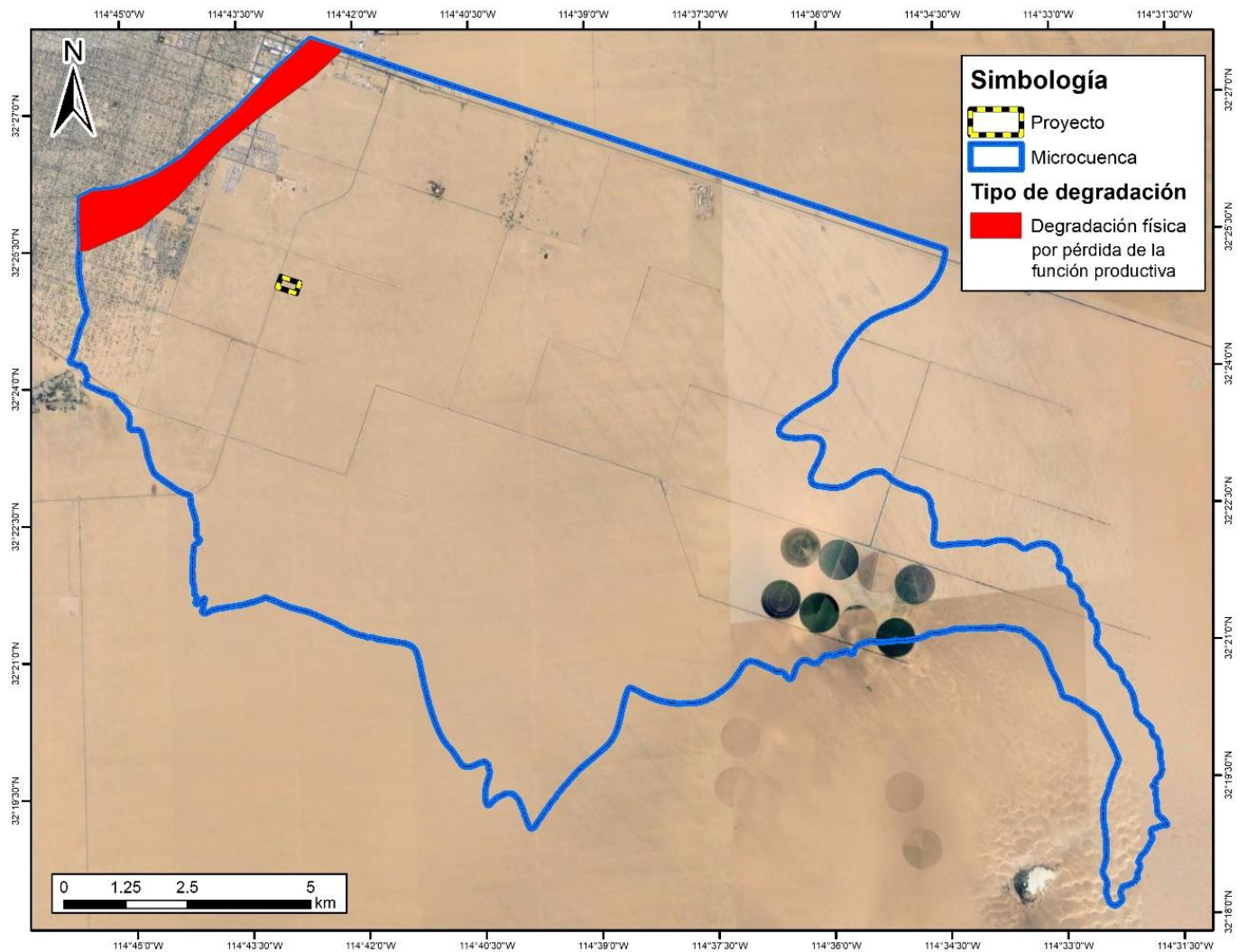
De acuerdo a lo anterior, los niveles de afectación o grado de degradación del suelo que se presentan en la microcuenca bajo estudio son los siguientes:

- **Extremo:** Su productividad es irrecuperable y su restauración materialmente imposible.

Entre los principales factores causativos de la degradación del suelo en la microcuenca de estudio están los siguientes:

- **Urbanización:** se considera a todas las actividades efectuadas por la industria de la construcción, provocando la pérdida de la función productiva del suelo.

Más adelante se realizará un análisis a detalle de la erosión hídrica y eólica en la microcuenca de estudio ya que estas se evaluaron con diferentes metodologías.



Mapa IV.18. Grado de degradación de los suelos en la superficie que comprende la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

- **Erosión del suelo en el área de estudio**

La erosión puede ser definida, de forma amplia, como un proceso de arrastre del suelo por acción del agua o del viento; o como un proceso de desprendimiento y arrastre acelerado de las partículas de suelo causado por el agua y el viento. Esto implica la existencia de dos elementos que participan en el proceso: uno pasivo que es el suelo, y uno activo que es el agua, el viento, o su participación alterna; la vegetación por su parte actúa como un regulador de las relaciones entre ambos elementos.

En este sentido, en el área de donde se realizaran las obras, aunque el suelo está cubierto por vegetación natural que le da sostén a las partículas de suelo, por las pendientes del terreno se observan procesos de erosión de tipo hídrica por cárcavas, sobre todo en las cañadas y/o barrancos. Por otra parte.

Sin embargo, en la subcuenca hidrográfica es posible identificar un tipo de erosión hídrica, por medio de cárcavas, el cual es debido a la acción del agua de lluvia a través del golpeteo de sus gotas sobre la superficie del terreno y cambios en regímenes de humedad, generando desprendimiento y arrastre de partículas y masas de suelo. Son zanjas más o menos profundas originadas por socavamientos repetidos sobre el terreno, debido al flujo incontrolado del agua que escurre ladera abajo (agua de escorrentía).

En este sentido, podemos decir que el proceso erosivo se da principalmente por factor agua provocada en temporadas de lluvias por el arrastre del material por los escurrideros superficiales naturales existentes y por el viento que se presenta todo el año a diferentes magnitudes y en diferentes direcciones.

Pérdida de suelo por erosión. Como se señala en el Manual para la Predicción de Pérdidas de Suelo por Erosión (Figuroa et al., 1991), el proceso de erosión del suelo consiste en la remoción de las partículas individuales de la masa de suelo por acción del viento o de la lluvia. A la fecha, el término se emplea para referirse a cualquier forma de destrucción del suelo o de la superficie de la Tierra.

La erosión del suelo consiste en el desprendimiento, transporte y deposición de las partículas individuales del suelo, causada por la acción del agua o del viento (ASCE, 1975). Para su estudio, ha sido conveniente clasificarla desde diversos puntos de vista. Así, se tiene que por su naturaleza puede ser de dos formas: natural o geológica e inducida o acelerada. Por el agente activo que la produce puede ser hídrica o eólica. Por el modo de acción y/o señales dejadas en el terreno (formas de erosión) puede ser por salpicamiento, en canalillos, en surcos, en cárcavas, por caída

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

o remontante. Finalmente, por la intensidad del proceso se califica como nula, ligera, moderada, severa y muy severa.

En teoría y como lo señala Figueroa et al. (1991), para que una tasa de pérdida de suelo se considere severa, debería ser mayor a la formación del suelo y en ese momento se considera que se tienen tasas de erosión acelerada o muy severa. Por su parte, las tasas de erosión permisibles debieran ser iguales a las tasas de formación química del suelo. Estos conceptos deben manejarse con precaución, ya que el aumento en la tasa de erosión está asociado a un incremento en el escurrimiento superficial. Como consecuencia, la infiltración se ve disminuida ligeramente y la cantidad de materiales químicos removidos en solución, que es una medida de la tasa de mineralización de la roca madre, también se reducen.

En principio y de acuerdo con Becerra (2005), los principales agentes que intervienen en la erosión pueden ser clasificados en los siguientes grupos: activos, predisponentes, amortiguador y pasivo. Los agentes activos son los que directamente realizan las fases del proceso de la erosión, esto es, el desprendimiento, el transporte y el depósito de los materiales del suelo. Se denominan agentes predisponentes a todos aquellos fenómenos ambientales u organismos vivos que directa o indirectamente predisponen al suelo para ser erosionado. Tal es el caso de la oscilación térmica, la humedad relativa, la acción de algunos animales y diversos aspectos inherentes a la actividad del hombre. La vegetación es el agente amortiguador de la erosión, debido a su efecto disipador de la energía cinética de la lluvia, los escurrimientos superficiales y la velocidad del viento. Finalmente, el suelo es el agente pasivo, es el que recibe la acción de la erosión, y el cual, por su mayor o menor susceptibilidad a la misma, influye también en la magnitud del proceso.

Erosión hídrica. La erosión del suelo por el agua ocurre cuando la infiltración de la lluvia en el suelo es de una magnitud tal que se produce un flujo superficial del agua sobre el terreno. El agua entonces, tiene una velocidad relativamente alta y puede acarrear materiales del suelo en función de la fuerza hidráulica de su flujo. Conforme el agua que fluye sobre la superficie tiene una carga más grande, se ejercen fuerzas hidráulicas mayores y la erosión del suelo puede actuar catastróficamente, aun en pendientes suaves. Estas condiciones ocurren comúnmente en las regiones semiáridas, aunque aquellos terrenos abiertos al cultivo son susceptibles a la erosión en cualquier clima. La erosión severa que se asocia con la formación de cárcavas puede iniciar movimientos de masas en las pendientes abruptas de las paredes de las cárcavas, que son importantes en la remoción total de sedimentos (Figueroa et al., 1991).

La erosión de los suelos por causa de la lluvia involucra tres fases o etapas (SEMARNAT, 2002). Primero, el desprendimiento de las partículas del suelo de la superficie del mismo; segundo, el transporte de dichas partículas desprendidas; y por último, la depositación de las partículas desprendidas y transportadas. En este sentido, se argumenta que no existe la pérdida de suelo

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

por erosión si no se presentan, de manera combinada, los tres procesos. Sin embargo, los dos primeros (desprendimiento y transporte) son los más importantes en el fenómeno de pérdida de suelo, dado que la depositación es consecuencia u ocurre cuando las fuerzas de desprendimiento y transporte se detienen o se presentan por debajo de la fuerza de gravedad de las partículas y estas caen o se depositan.

A escala mundial, investigaciones entre pérdida de suelo y clima han mostrado que la erosión alcanza un máximo en aquellas áreas con una precipitación efectiva media anual de 300 mm (Langbein y Schumm, 1958). En precipitaciones mayores a esta cifra, la erosión aumenta a medida que la precipitación aumenta, ya que la energía disponible para el transporte y el desprendimiento es limitada. Conforme la precipitación afectiva es mayor, se tiene una cobertura vegetal más grande, lo que trae como consecuencia una mejor protección de la superficie, de tal manera que la relación se ha explicado en función de la interacción de la energía erosiva y la densidad de vegetación (Figueroa et al., 1991). Sin embargo, esta relación suelo y clima aún sigue en discusión y nuevas investigaciones se están llevando a cabo.

La variación temporal de la erosión, como aquella que ocurre a lo largo del año, se presenta mayormente durante los eventos de lluvia con frecuencia moderada y magnitud pequeña, los eventos catastróficos son muy esporádicos pero contribuyen de forma apreciable al total del suelo erosionado en un periodo largo de tiempo. Pero los estudios recientes de cambio climático predicen un aumento de éstos en los años venideros.

La magnitud de la erosión hídrica que se presenta en un momento dado, depende de cuatro factores principales: primeramente el clima, en particular la precipitación y la temperatura; segundo, el suelo, su resistencia natural a la dispersión, su capacidad de infiltración y su velocidad de transmisión del agua. En tercer lugar se encuentra la topografía, particularmente la inclinación, la longitud y la forma de la pendiente, y finalmente, como cuarto factor se encuentra la cobertura vegetal, ya sea en forma viviente o de residuos (Figueroa, 1975).

El primer factor señalado como causa de la erosión hídrica es el clima, en particular la que causa la lluvia. La pérdida de suelo está relacionada de manera muy estrecha con el poder de desprendimiento que tienen las gotas de lluvia que golpean la superficie del suelo y con la contribución de la lluvia al escurrimiento (Figueroa et al., 1991).

Cantidad de lluvia. Aunque existe una relación directa de la cantidad de lluvia y cantidad de suelo erosionado, en términos estadísticos ésta puede ser una correlación débil (Wischmeier, 1959). La misma cantidad de lluvia puede en ocasiones, resultar en cantidades diferentes de suelo erosionado, por lo que es difícil predecir la erosión a partir de los datos de precipitación. Por

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

ejemplo, los reportados por el servicio meteorológico nacional, de precipitación total anual o total mensual (SEMARNAT, 2002).

Intensidad de la precipitación. La intensidad de la precipitación es un parámetro que indica la cantidad de lluvia en un lapso de tiempo determinado. Según Ortiz (1992), es complicado predecir qué precipitación provoca más erosión, si aquella que se presenta con alta intensidad en poco tiempo o aquella con baja intensidad, pero de larga duración. Siguiendo el razonamiento de Figueroa et al. (1991), la cantidad de lluvia necesaria para que se produzca una erosión significativa puede ser bajo eventos de lluvia de entre 30 y 60 mm. Como señala, siempre es necesario poder contar con aparatos capaces de medir el momento o la energía cinética del impacto de una gota, y que además estos están sujetos a errores debido a influencias externas, tales como la turbulencia del aire cerca del instrumento y la adhesión de las gotas de agua (Hudson, 1995).

Tamaño de las gotas de lluvia. De acuerdo con SEMARNAT (2002), es de esperarse que bajas intensidades de lluvia generen gotas de lluvia pequeñas y que a medida que se aumenta la intensidad de la lluvia, el tamaño de las gotas se incremente. El tamaño superior de las gotas, según Figueroa (1975), parece ser de 5 mm de diámetro, debido a que gotas mayores se rompen en un gran número de gotas pequeñas.

El momento y la energía cinética de las gotas de lluvia. Se refiere al proceso que involucra trabajo y mucha de la energía requerida para realizar este trabajo la proporciona el agua de lluvia. La energía de las gotas de lluvia se calcula más fácilmente de una manera indirecta utilizando las relaciones de intensidad de la lluvia (tamaño de gotas, velocidad final de las gotas y masa de las gotas).

El segundo factor que afecta la erosión es la capacidad del suelo y su resistencia natural al desprendimiento y transporte por los agentes erosivos se le conoce como erosionabilidad. Esta resistencia depende de factores intrínsecos del suelo, aunque se ve afectada por la posición topográfica, la pendiente y la cantidad de disturbio de la estructura del suelo que produce el hombre (Figueroa et al., 1991). La erosionabilidad varía en función de la textura del suelo, la estabilidad de los agregados, la resistencia al corte, la capacidad de infiltración y el contenido de materia orgánica y cementantes químicos del suelo.

La topografía del terreno es el tercer factor que interviene significativamente en la pérdida de suelos por erosión, de este factor interesa conocer el grado de inclinación, la longitud y la forma. El grado de la pendiente se define como el ángulo de inclinación de una ladera, puede ser expresada en grados o en porcentaje. Aunque no existe una relación directamente proporcional se ha observado mayor pérdida de suelo a mayor pendiente. La longitud de la pendiente, se define

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

como la distancia desde el punto de origen de flujo sobre la superficie hasta cualquiera de los siguientes puntos: cuando el gradiente de pendiente disminuye, tal que ocurre la depositación o bien, el escurrimiento alcanza un cauce o canal definido.

El cuarto y último factor se refiere a la cobertura vegetal, la cual tiene un efecto amortiguador del proceso de erosión hídrica. Es indiscutible el beneficio de la cobertura vegetal en la erosión de suelos, como disipador de la energía, obstáculo en la escorrentía y precursor de la conservación del agua en el suelo y subsuelo. De acuerdo con SEMARNAT (2002) son varios los procesos que se llevan a cabo en presencia de vegetación: a) las gotas de lluvia se rompen antes de alcanzar el suelo, b) se reduce la velocidad final de las gotas de lluvia, c) aumenta la duración de la precipitación, d) se presenta combinación de gotas pequeñas en gotas más grandes que caen a menor velocidad, y e) se divide la precipitación en lluvia directa y la que escurre lentamente por troncos y tallos.

Metodología y resultados del análisis de la erosión hídrica en la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado.

La evaluación de los factores que determinan la erosión hídrica, mismos que se describen, en la metodología se presenta a continuación.

1. Factor de erosividad de la lluvia (R).

También llamado “factor de la precipitación”, se define como el producto de la energía cinética de un lapso de lluvia por su máxima intensidad en 30 minutos. La energía cinética se calcula con la expresión:

$$E = 0.29 * (1 - 0.72 * \exp(-0.05 I))$$

Dónde:

E Es la energía cinética de 1 mm de lluvia (Mj/ha*mm)

I Es la intensidad de lluvia (mm/hr)

La suma de los promedios anuales de “**E**” para una región es el índice de erosividad de la lluvia, con la expresión:

$$R = \sum (E/30)^i$$

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

N

Dónde:

R Es la erosividad de la lluvia (en unidades de EI_{30}).

(EI_{30}) Es el valor de la energía total de la tormenta por la intensidad máxima en un lapso de 30 minutos.

N Es el número de tormentas erosivas en un periodo de N años.

El factor R se calculó utilizando los reportes de precipitación de las estaciones climatológicas en la tabla IV.19 ubicadas cerca del área del análisis, en el software Minitab se calculó la fórmula de precipitación.

Los valores del factor R fueron procesados para la elaboración del mapa, mediante el uso del Software ArcGis 9.3 empleando los módulos Kriging e IDW de interpolación (mapa IV.19).

Tabla IV.19. Estaciones climatológicas cercanas al Área de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado.

Id	Nombre	Coordenadas	
		Longitud	Latitud
2037	Presa Morelos	-114.7289	32.7153
2139	Colonia Rodríguez	-115.0361	32.4186
2145	Rancho Williams	-114.8778	32.6244
2154	Colonia Zacatecas	-115.0594	32.0603
26076	Riito	-114.9014	32.1333
26227	Ejido islitas	-114.9142	32.3528
2009	Colonia Juárez	-115.0161	32.2986
2142	Ejido Guadalajara	-114.8786	32.5478
26086	San Luis Rio Colorado (SMN)	-114.7333	32.4333
26087	San Luis Rio Colorado (DGE)	-114.7619	32.4761

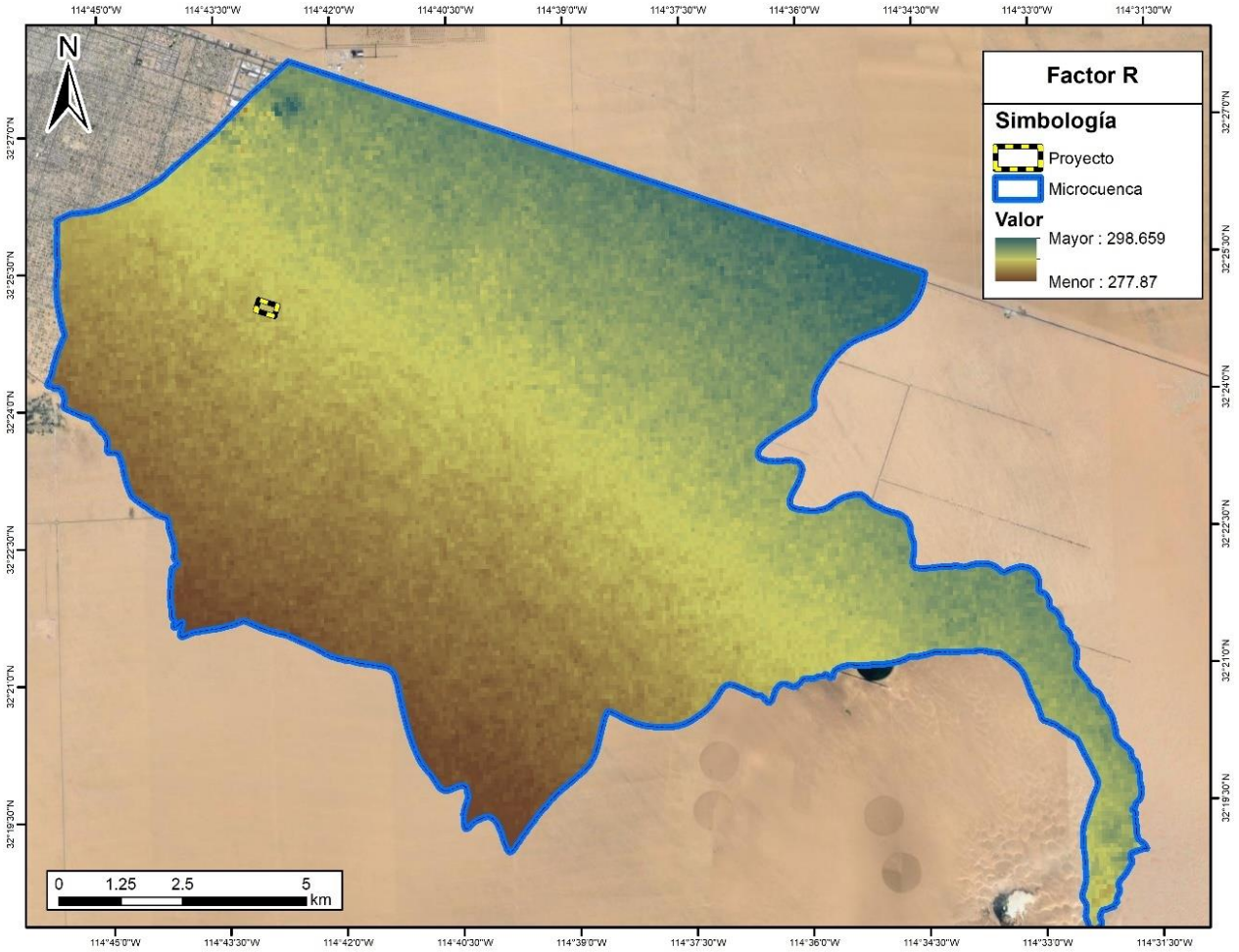
DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Tabla IV.20. Rangos de Erosividad de la lluvia en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental.

Rango	Cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental	
	Área (Ha)	%
277.87 – 298.65	18,077.33	100



Mapa IV.19. Rango de erosividad de la lluvia “R” para la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

2. **Factor de erosionabilidad del suelo (K).**

Este factor expresa la vulnerabilidad por erosión hídrica de un suelo. Wischmeier (1978) menciona que las características que tienen un impacto importante a la disposición erosiva de un suelo son:

1. El contenido [%] limo + arena muy fina (0.002-0.1mm)
2. El contenido [%] de arena + arena fina (0.1-2mm)
3. El contenido de materia orgánica [%]
4. La clase de agregación y
5. La permeabilidad.

En este sentido los suelos generalmente llegan a ser menos erosivos con una reducción en la fracción de limo a pesar del correspondiente incremento de la fracción de arcilla o arena. Mannaerts (1999) expone aproximaciones sobre los valores K en función de la textura y la proporción de arena, arcillas y limos.

A la fecha existen dos formas de cálculo del factor K:

- 1) Mediante la ecuación.

$$K = \frac{2.1 M^{1.14} (12 - a)(10)^{-4} + 3.25(b - 2) + 2.5(c - 3)}{100} * 1.2928$$

Donde

- K** Es el índice de erodabilidad (*t./ha.MJ*ha/mm*hr*)
- M** (%Limo + % arena muy fina) (100- % arcilla)
- a** Es el porcentaje de materia orgánica
- b** Es la clasificación de acuerdo al tipo y clase de la estructura
- c** Es la clasificación de la permeabilidad

- 2). Mediante el uso de Nomograma del factor de erodabilidad de suelo propuesto por Foster *et al* (1981), (figura IV.2). Cualquiera de las dos formas de cálculo emplea los mismos parámetros para el cálculo.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Particularmente para el estudio de caso se empleó el Método del Nomograma por la falta de información actualizada sobre características granulométricas y de permeabilidad de las unidades edáficas presentes en el área de análisis. En su lugar se consultaron bases de datos para homologar la información faltante.

Para el caso de los valores de permeabilidad estos se obtuvieron a partir de las características de textura (proporción de arena-arcilla-limo) de las unidades edáficas y se compararon con los códigos de permeabilidad propuestos por Mannaerts (1999, tabla IV.21)

Tabla IV.21. Códigos de permeabilidad y estructura de suelo en función de la textura (Mannaerts, 1999).

Textura clase	Código de Permeabilidad	Conductividad hidráulica saturada [mm/hr]
Arcilla, franco-arcilloso	6	<1
Arcillo arenoso, franco-arcillo-limoso	5	1-2
Franco arcillo arenoso, franco -arcilloso	4	2-5
Franco limoso, franco	3	5-10
Areno-francoso, franco-arenoso.	2	10-60
Arena	1	>60

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

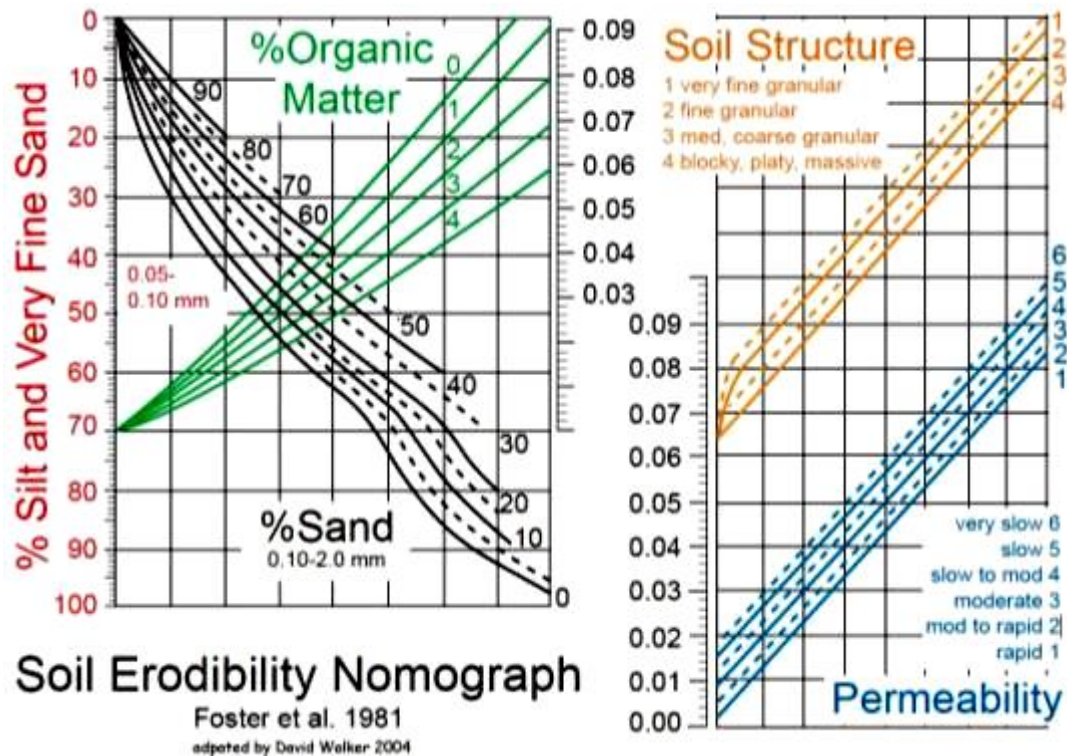


Figura IV.2. Nomograma de erodabilidad de suelos (fuente Foster *et al*, 1981)

De igual forma los valores de estructura de suelos, fueron obtenidos mediante consulta a bases de datos empleando como criterio de homologación la similitud de características de textura (arena-arcilla-limo).

La escala del nomograma identifica cuatro categorías en la estructura de suelo, lo que sirvió de referencia para elegir la clasificación de tamaño de partículas propuesta por Tan (1994) citado por Antenaza (2001) en su estudio sobre calibración de factores de erosión utilizando la ecuación RUSLE, (tabla IV.22)

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Tabla IV.22. Equiparación de categorías sobre el tamaño de partículas contenidas

Característica	Clase de tamaño	Tamaño (mm)	Categoría Nomograma
Piedras		> 2 mm	4. Bloques laminares
Suelo fino	Arena gruesa	2 - 0.2 mm	3. Granural grueso
	Arena fina	0.2 - 0.06 mm	
	Limo	0.06 - 0.002 mm	2. Granular fino
	Arcilla	< 0.002 mm	1. Granural muy fina

De esta manera los valores del factor K para las unidades edáficas presente en el área de análisis son los que se presentan en las tablas IV.23 y IV.24.

Tabla IV.23. Valores por tipo de unidad edáfica.

Unidad	Factor K
Andosols	0.048
Cambisol crómico	0.042
Cambisol éutrico	0.040
Cambisol húmico	0.007
Cambisols	0.058
Chernozems	0.052
Feozems	0.020
Fluvisols	0.039
Litosol	0.020
Luvisol crómico	0.013
Luvisol férrico	0.012
Regosol calcárico	0.000
Regosols	0.064

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Unidad	Factor K
Rendzina	0.017
Vertisols	0.045

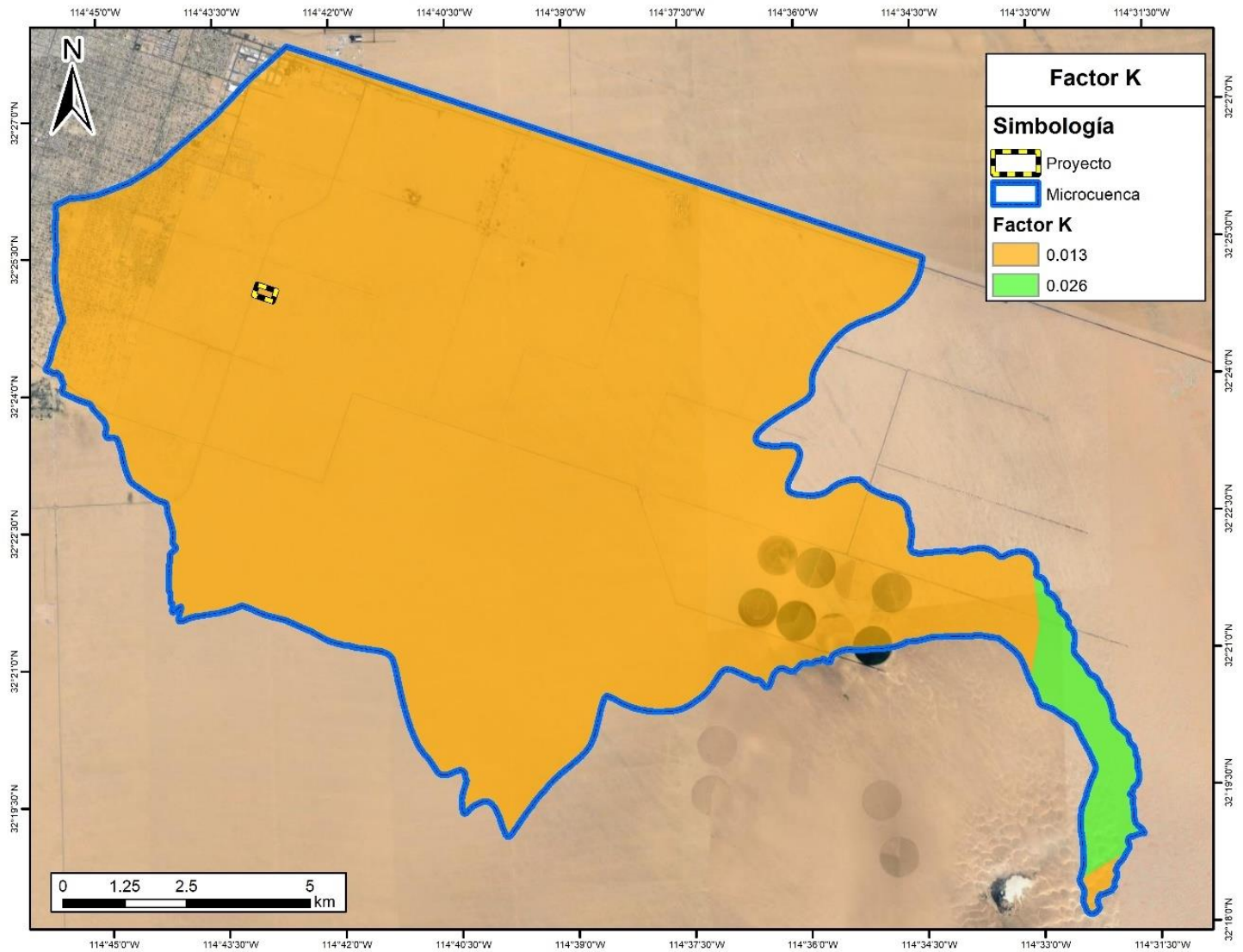
Tabla IV.24. Rangos para el factor K en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental.

Rango	Cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental	
	Área (Ha)	%
0.013	17,551.87	97.10
0.026	525.12	2.90

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



Mapa IV.20. Rangos del factor “K” en la unidad de la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental

3. Factor de longitud de la pendiente (L) y el grado de la pendiente (S).

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

También llamado factor topográfico, asocia subfactores de longitud y porcentaje de pendiente. Para su cálculo se empleó la fórmula:

$$LS = (\lambda / 22.13)^m (0.065 + 0.045s + 0.0065 s^2)$$

Dónde:

λ Es la longitud de la pendiente

s Es la pendiente del terreno en porcentaje

m Es el exponente que depende del grado de pendiente

$$m = 0.1342 * \ln \phi + 0.192$$

ϕ = ángulo de la pendiente en porcentaje

El cálculo de la longitud de pendiente (L) en el Modelo de Elevación Digital, consideró una longitud límite de acumulación de 2 píxeles (cada píxel tuvo un valor de 30.09 m dada la dimensión del área de análisis), básicamente para evitar el error de cálculo que implica la sobreestimación en los valores de longitud de una pendiente (motivo por la que el modelo RUSLE sugiere su aplicación en terrenos con longitudes limitadas). El factor de pendiente (S) derivó de la aplicación de la herramienta de morfometría del software ArcGis 9.3. acotando la longitud a 60 m (mapa IV.21, tabla IV.25).

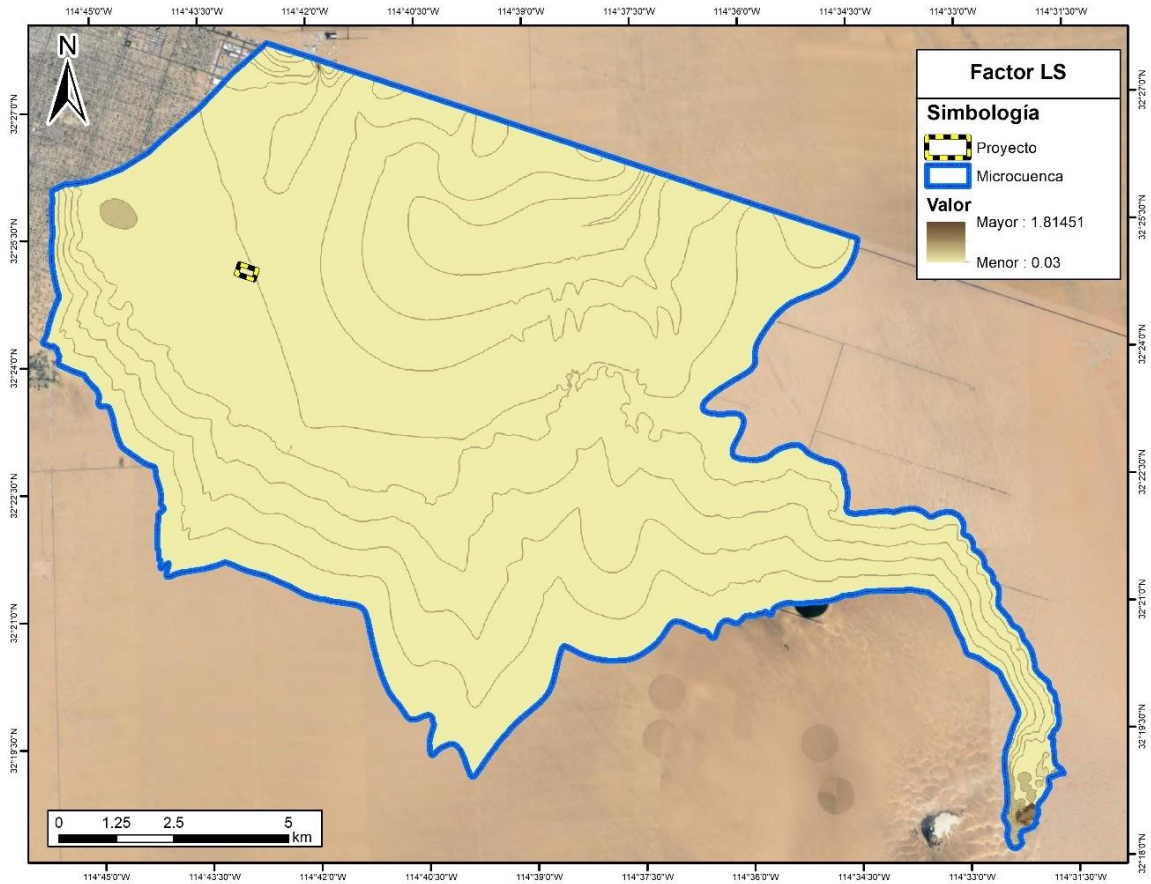
Tabla IV.25. Valores del factor LS de la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Rango	Cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental	
	Área (Ha)	%
0.03 – 1.81451	18,077.33	100



Mapa IV.21. Factor L y S para la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental

4. Factor de cobertura vegetal (C).

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

El factor C refleja el efecto de la agricultura y prácticas de manejo en las tasas de erosión. Este factor mide cómo el potencial de pérdida de suelo será distribuido en el tiempo durante la construcción de actividades, rotación de cultivos y otros esquemas de manejo. Con la finalidad de integrar la mayor cantidad de información al procedimiento de cálculo, los datos recabados fueron:

1. Fracción de la superficie terrestre cubierta por dosel de árboles y
2. Área de tierra cubierta por cobertura vegetal (hierba, arbusto y/o árbol en %)

La información recopilada de fuentes bibliográficas por comparación y aquella generada por procesamiento de imagen digital permitió asignar los valores del Factor C a los tipos de cobertura existente en el área de análisis.

Considerando que los valores cercanos a la unidad denotan ausencia de cobertura, a las áreas con asentamientos humanos, áreas sin vegetación aparente, cuerpos de agua, carreteras e industria se les asignó dicho valor, (tabla IV.26 y IV.27)

Tabla IV.26. Valores de Factor C asignados a los diferentes tipos de superficies en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental.

USO DE SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN	Factor C
Agricultura de riego	0.017
Agricultura de temporal	0.7
Arboledas urbanas	0.08
Áreas sin vegetación aparente	1
Asentamientos humanos	1
Matorral desértico microfilo	0.08
Mezquital	0.01
Carreteras	1
Cuerpos de agua	1
Huertos	0.15
Industrial	1
Pastizal	0.03
CCI	1
Vegetación de cañada	0.01

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

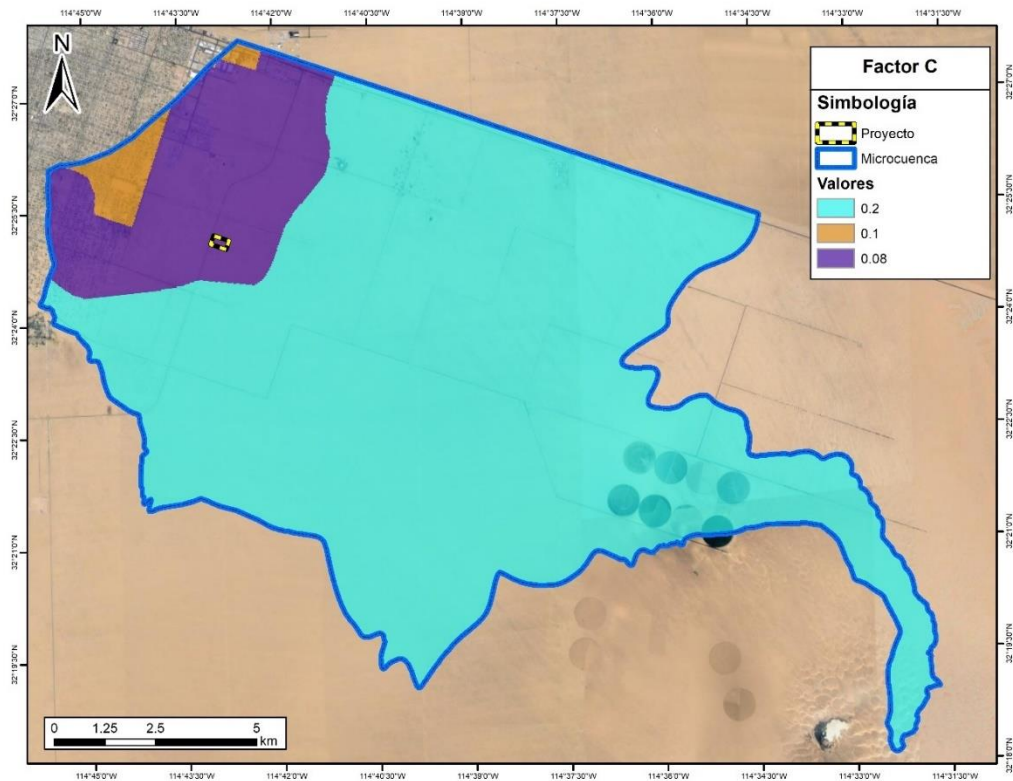
Tabla IV.27. Valor y porcentaje de ocupación del factor C en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental.

Rango	Cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental	
	Área (Ha)	%
0.10	346.90	1.92
0.20	15,125.41	83.67
0.08	2,604.99	14.41

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



Mapa IV.22. Valores para el factor de cobertura vegetal “C”.

5. Factor de prácticas mecánicas de control de erosión (P).

Este se asignará el valor de 1 debido a la escala de trabajo. El factor P cuantifica el impacto de las prácticas de conservación contra las pérdidas del suelo por erosión. Estas prácticas al modificar los patrones de flujo y el grado y dirección de la superficie de escurrimiento, influyen directamente en la conservación o no del suelo. Dentro de las prácticas de soporte de tierras cultivadas, destacan por sus efectos retentores los cultivos en faja, el drenaje sub-superficial y el terraceo.

6. Cálculo de la Pérdida de Suelo por Unidad de Superficie

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Los volúmenes de pérdida potencial de suelo en el área de análisis oscilan entre las nula y ligera en la mayor parte del área de estudio, mismas que para su análisis e interpretación se agruparán en cinco clases frecuentemente utilizadas, (tabla IV.28).

Tabla IV.28. Clasificación y proporciones de las tasas de erosión actual registradas en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental.

Rango	Cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental	
	Área (Ha)	%
Nula (0-5)	18,077.33	100
Ligera (5-10)	--	--
Moderada (10-50)	--	--
Alta (50-200)	--	--
Muy Alta (>200)	--	--

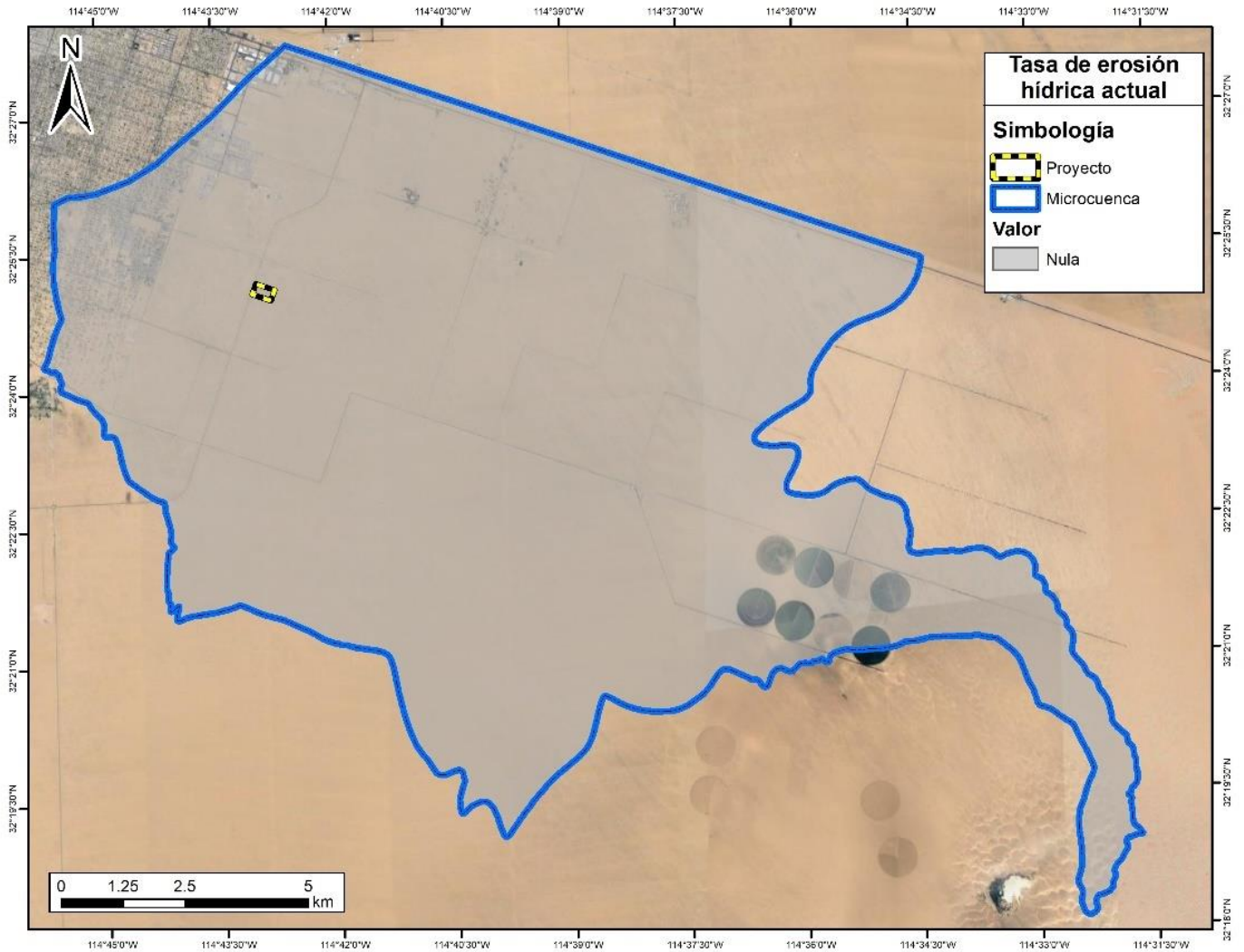
Tabla IV.29. Clasificación y proporciones de las tasas de erosión potencial registradas en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental.

Rango	Cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental	
	Área (Ha)	%
Nula (0-5)	17,224.20	95.28
Ligera (5-10)	852.79	4.72
Moderada (10-50)	--	--
Alta (50-200)	--	--
Muy Alta (>200)	--	--

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

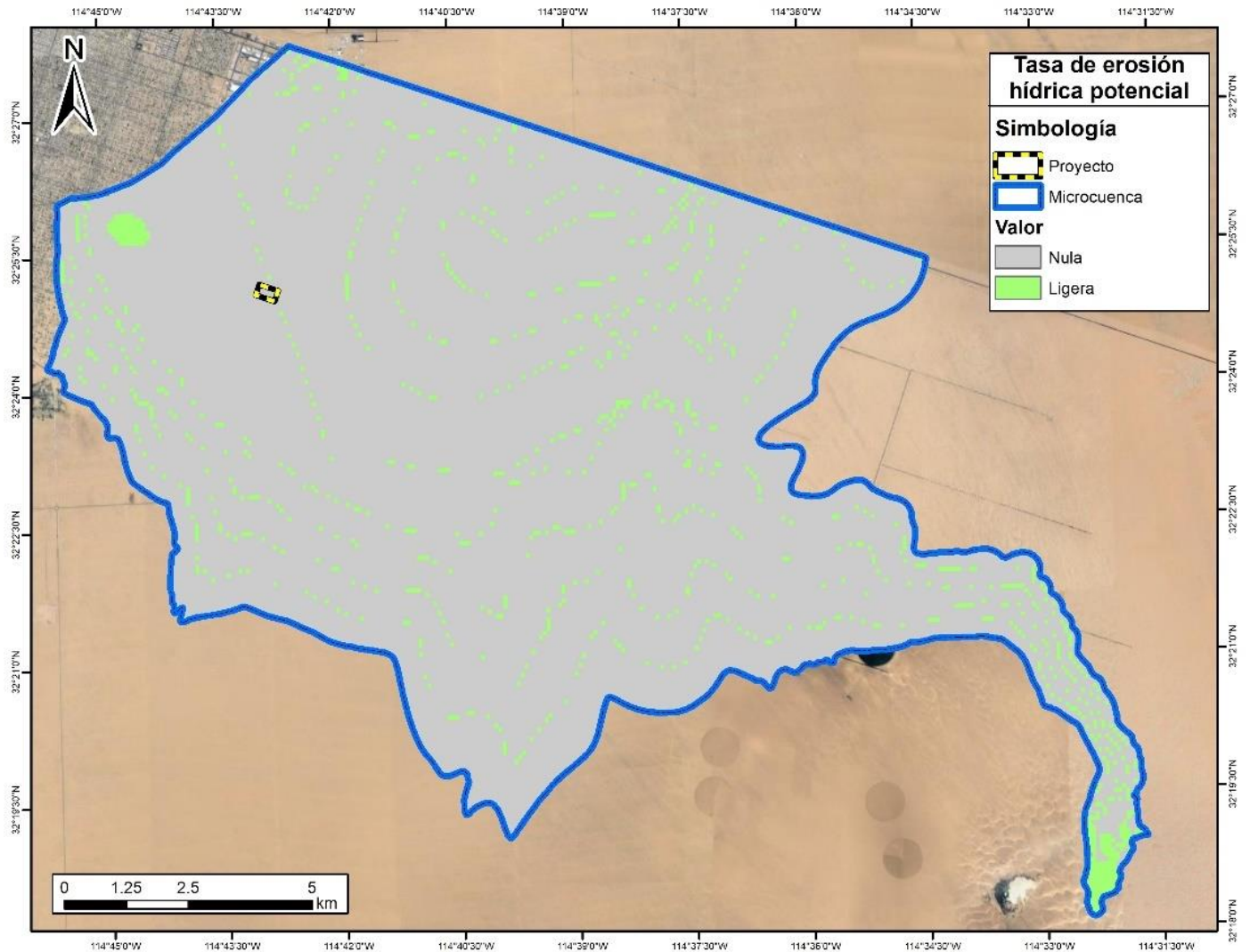


Mapa IV.23. Ubicación de tasas de erosión actual en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



Mapa IV.24. Ubicación de tasas de erosión potencial de la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Erosión eólica

La erosión eólica es el proceso por el cual el viento recoge y transporta el material superficial del suelo y las partículas por él llevadas desgastan la superficie del terreno (Wilson, 1984). Así, la erosión eólica remueve de los terrenos la porción más fértil del suelo y por lo tanto disminuye la productividad de los terrenos (Lyles, 1974). Parte de este suelo entra en suspensión y se convierte en polvo atmosférico.

La erosión del suelo por el viento, de la misma manera que la del agua, depende de la fuerza con la que el fluido (el aire) actúa en las partículas del suelo. Para cualquier fluido, la fuerza que ejerce en una partícula depende de la rugosidad de la superficie, pero en el caso del viento, la rugosidad juega un papel particularmente crítico, debido a la baja densidad y, por lo tanto, capacidad de transporte del aire. Donde la superficie es muy rugosa, la velocidad del viento cerca de la misma será baja y ocurrirá una cantidad muy pequeña de erosión. Cualquier superficie relativamente suave, como el caso de un terreno desnudo, es muy susceptible a la erosión eólica, y este riesgo se incrementa para aquellos suelos que contienen cantidades apreciables de materiales con tamaño de limo. Estas condiciones son muy comunes en los desiertos y a lo largo de las planicies de inundación y costas, pero la remoción de la vegetación y las cortinas rompevientos para fines de cultivo, propician una erosión eólica intensa en cualquier lugar.

Cabe señalar que el viento causará erosión sólo si el suelo se encuentra suelto o si lleva partículas en suspensión, pero difícilmente lo hará sin estas condiciones (Becerra, 2005). El proceso erosivo es básicamente el mismo que en erosión hídrica: remoción, transporte y depositación de las partículas del suelo (SEMARNAT, 2002).

La erosión eólica es una función principalmente del clima, el suelo y la vegetación, los cuales, al conjugarse bajo determinadas condiciones propician o restringen este tipo de erosión. La erosión eólica ocurre bajo las siguientes condiciones: escasa precipitación, fuertes oscilaciones de temperatura entre el día y la noche, así como vientos suficientemente fuertes para provocar el movimiento de las partículas del suelo; en áreas extensas de exposición, terrenos con superficie casi uniforme y plana, así como suelos secos y sueltos; y en áreas con escasa o ninguna cubierta vegetal (SEMARNAT, 2002).

Erosionabilidad del suelo. La erosionabilidad de los granos individuales del suelo depende de: diámetro, densidad y forma, sin embargo, la mayor parte de los suelos constan principalmente de agregados que contienen partículas individuales que se mantienen unidas por diversas fuerzas. El estado y la estabilidad de estas unidades estructurales es lo que determina en gran medida la erosionabilidad el suelo (Chepil y Woodruff, 1963). Si un suelo está bien estructurado, el número

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

de partículas pequeñas que pueden ser removidas es muy baja y la abrasión o desgaste es mínimo debido a que se desprenden pocos gránulos de suelo. Por el contrario, los suelos que tienen estructuras débiles y un amplio abastecimiento inicial de material erosionable pueden desgastarse rápidamente.

El principal factor de erosividad es la fuerza del viento sobre la superficie del suelo. Las características que afectan ésta fuerza pueden agruparse, según SEMARNAT (2002) en: los que se relacionan con la naturaleza del flujo atmosférico y los que se relacionan con la restricción a ese flujo, la aspereza superficial.

El viento a través de sus diferentes movimientos, actúa sobre el desprendimiento y transporte del suelo a lo largo de distancias variables de acuerdo a su velocidad, tamaño de las partículas y la rugosidad del terreno. La velocidad del viento es la que determina la magnitud de las fuerzas que éste ejerce sobre el suelo. Es así que a muy poca altura sobre la superficie, generalmente entre 0.3 y 2.5 mm, la velocidad del viento es casi nula, a poca altura por encima de este nivel el flujo de aire es laminar, e inmediatamente después de ésta capa el flujo es turbulento. Es precisamente dentro de ésta última capa, donde se generan las corrientes cuya fuerza es causante del movimiento del suelo; las prominencias y ondulaciones del terreno que alcancen a penetrar en ésta capa de aire turbulento, absorberán la mayor parte de la energía del viento y de no tener un tamaño y peso más o menos grande o estar bien afianzadas, serán arrastradas por efecto de tales fuerzas. Si una partícula penetra dentro de la capa de aire turbulento, ésta será transportada por la acción eólica, a menos que su diámetro, su densidad real y su grado de agregación con las partículas vecinas, le permita absorber la energía del viento y evitar su acarreo. Durante el desarrollo del proceso de erosión eólica, el suelo presenta simultáneamente tres tipos de movimientos, dependiendo de los diferentes diámetros de sus partículas; estos son: saltación, suspensión y rodamiento.

Saltación. Se considera como el movimiento más importante, debido no sólo a que la mayor parte del suelo se mueve de esta manera, sino que también cualquiera de los otros dos movimientos está sujeto a que previamente se haya presentado saltación. La saltación de las partículas son pequeños “saltos” sobre la superficie del suelo. Al ir cobrando fuerza el viento, su presión frontal, imparte a las partículas del suelo una velocidad horizontal, estas ruedan primero y luego se deslizan paralelamente al piso. Al hacer impacto con el suelo o algún obstáculo, su velocidad horizontal se convierte en vertical, lanzándose entonces las partículas del suelo hacia arriba para describir, al regresar al suelo una trayectoria parabólica. Este movimiento recibe el nombre de saltación. Al caer al piso las partículas saltantes rebotan y vuelven a saltar, o bien hacen saltar a otras. De esta forma se genera un intercambio continuo entre las partículas que saltan y las que se mueven por otros medios.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Suspensión. La suspensión actúa sobre las partículas más finas, generalmente de diámetro menor de 0.1 mm. Estas partículas al ser lanzadas hacia arriba durante la saltación y debido a lo reducido de su tamaño, la fuerza del viento vence la atracción de la gravedad y éstas son transportadas a grandes distancias en forma de nubes de polvo.

Rodamiento. Como su nombre lo indica es el arrastre de las partículas sobre la superficie del suelo, impulsadas por el viento u otras partículas en movimiento. El rodamiento se realiza con partículas de diámetro comprendido entre 0.5 y 2mm sin que esto excluya el arrastre del material de mayor tamaño. En estudios realizados sobre la acción erosiva de cada uno de los tres movimientos antes discutidos, Chepil (1945) encontró que la saltación transporta entre 55 y 72% del material edáfico desprendido y desplazado por acción eólica; del 3 al 38% por suspensión y del 6 al 25% por rodamiento. Concluyó además que el 50% del movimiento tiene lugar en los 50mm superficiales, en tanto que el 90 % se desarrolla en los primeros 30 centímetros. La evaluación de este tipo de erosión se desarrolló tomando como base el modelo propuesto por la FAO en el año 1980.

Metodología y resultados del análisis de la erosión eólica en la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado.

a) Factor de agresividad climática (C).

La velocidad del viento es en promedio más fuerte hacia las partes bajas de la subcuenca, toda vez que no existen barreras naturales que causen fricción y disminuya la velocidad al viento. Hacia las partes altas de la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental el viento también toma fuerza al descender.

Una vez obtenidos los valores de velocidad del viento y a partir de los valores de precipitación y evapotranspiración ya generados previamente se procedió al cálculo de los valores finales del factor C, los cuales se presentan en la tabla y mapa siguiente (tabla IV.30).

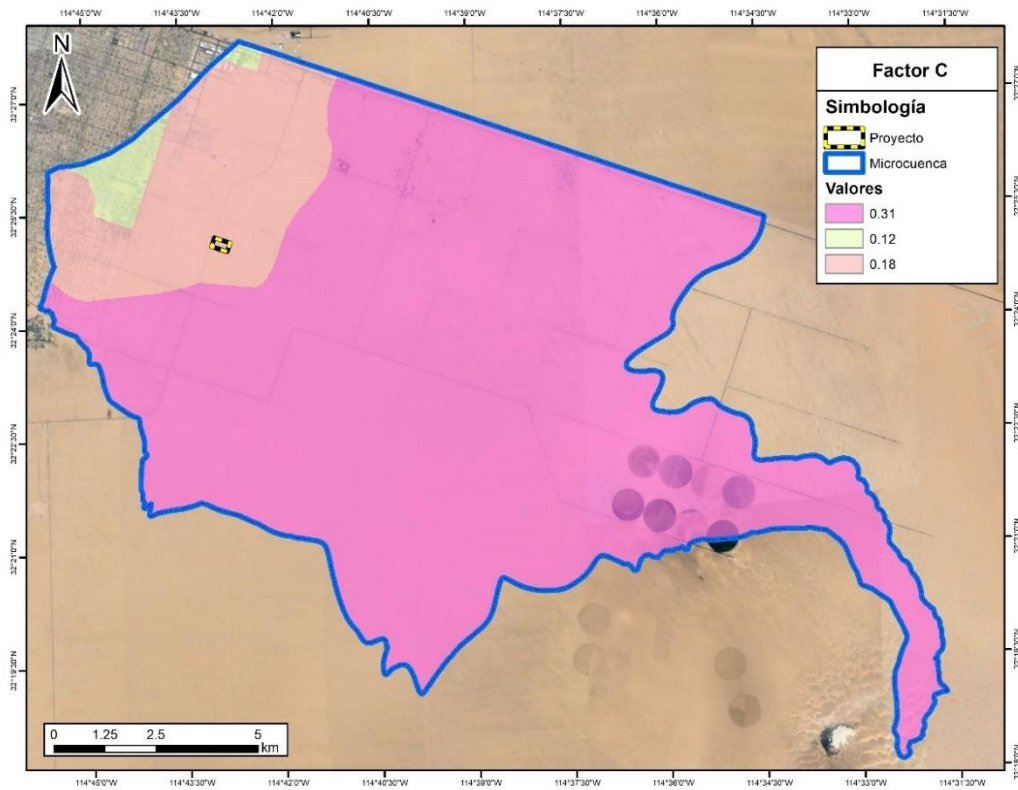
Tabla IV.30. Valores del factor C y porcentaje de ocupación en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Rango	Cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental	
	Área (Ha)	%
0.31	15,125.41	83.67
0.12	346.90	1.92
0.18	2,604.99	14.41



Mapa IV.25. Valores del factor C en la unidad de la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

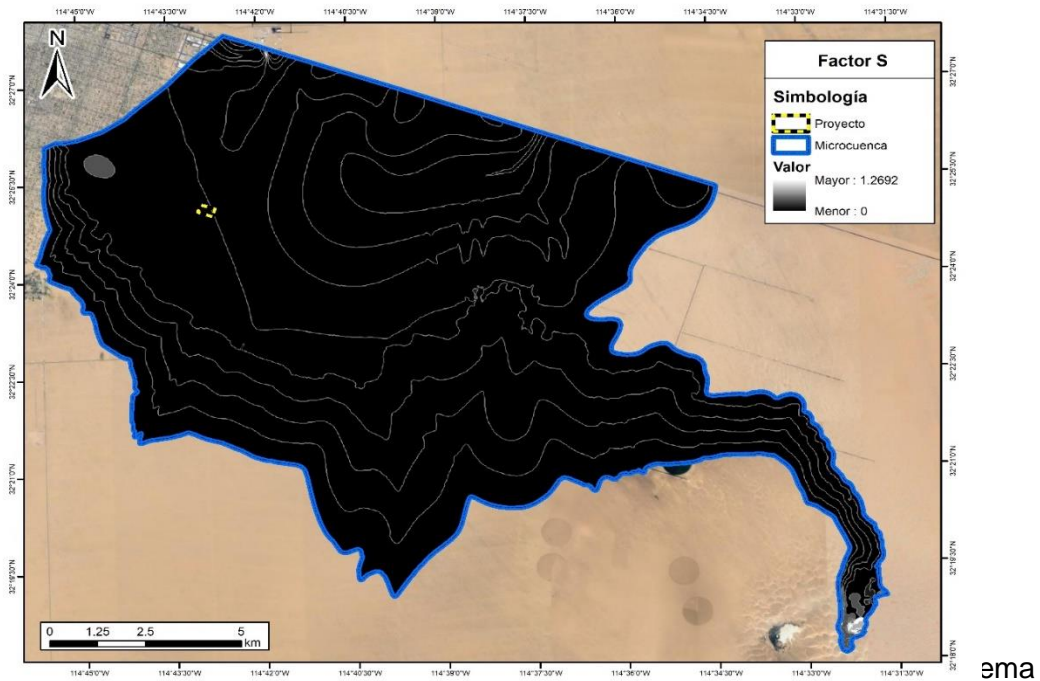
Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

b) Factor edáfico (S)

A partir de la cartas edafológicas del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y tomando en consideración las unidades, subunidades, texturas y fases físicas de los diferentes tipos de suelos, se le asignó el valor correspondiente de erosionabilidad edáfica. Los resultados se presentan en la tabla y mapa siguiente.

Tabla IV.31. Valores asignados del factor S en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental y superficie ocupada.

Rango	Cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental	
	Área (Ha)	%
0 – 1.26	18,077.33	100



Mapa IV.

ambiental

c) Factor topográfico (T).

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

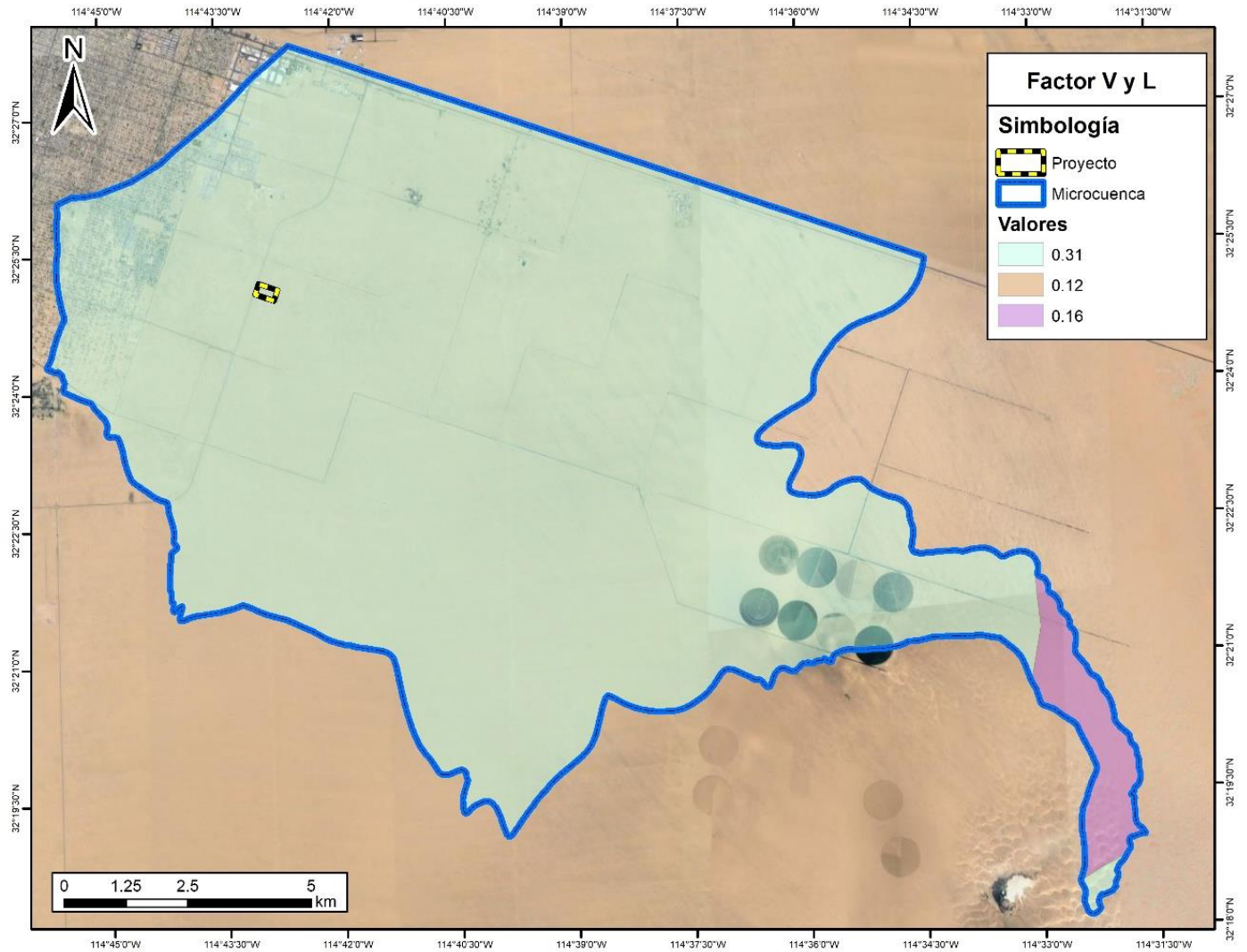
Este se asignó el valor de 1 debido a la escala de trabajo y superficie de la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental.

d) Factor de cobertura de la vegetación (V) y factor de uso del suelo (L).

Los factores de cobertura de vegetación (V) y de uso del suelo (L) fueron trabajados de manera conjunta a partir de los diversos tipos presentados por el Inventario Nacional Forestal (SEMARNAT-UNAM, 2001) y verificados con ayuda de las imágenes de satélite antes señaladas (tabla IV.32).

Tabla IV.32. Valores asignados para el factor V y L con superficie ocupada en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental.

Rango	Cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental	
	Área (Ha)	%
0.31	17,551.87	97.09
0.12	525.12	2.90
0.16	0.30	0.00



Mapa IV.27. Valores del factor V y L en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental.

e) Erosión Eólica Actual

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

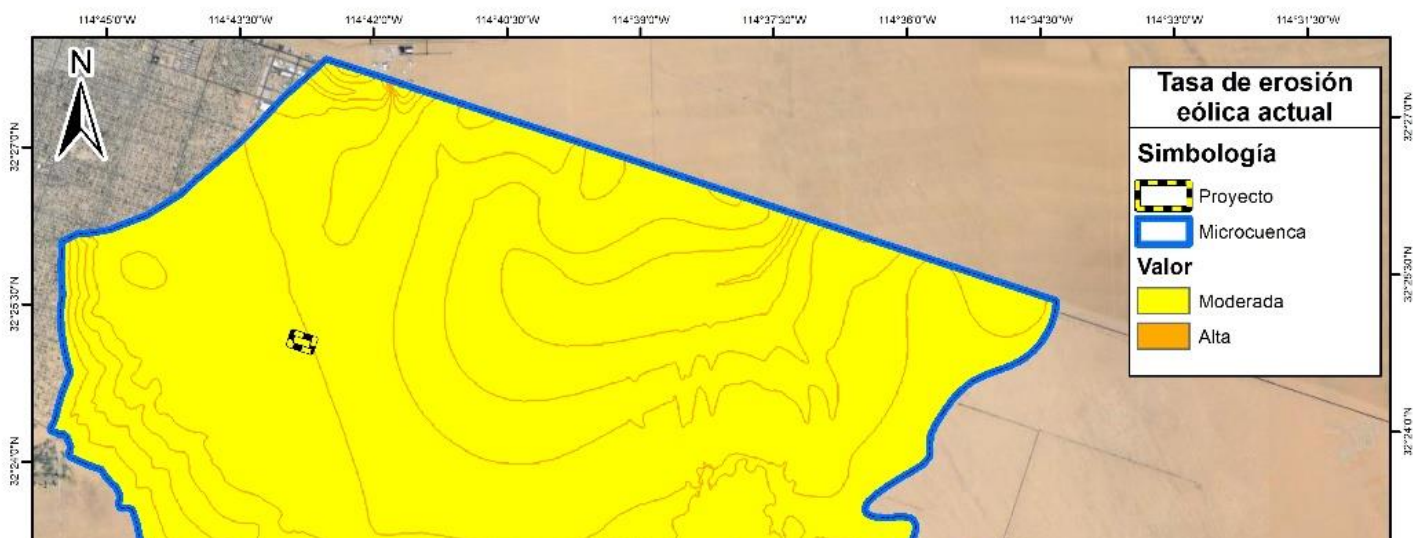
El grado de afectación que presenta la erosión por efecto del viento del sistema ambiental o subcuenca se presenta en el mapa y en la tabla siguiente.

Tabla IV.33. Clasificación y proporciones de las tasas de erosión actual registradas en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental.

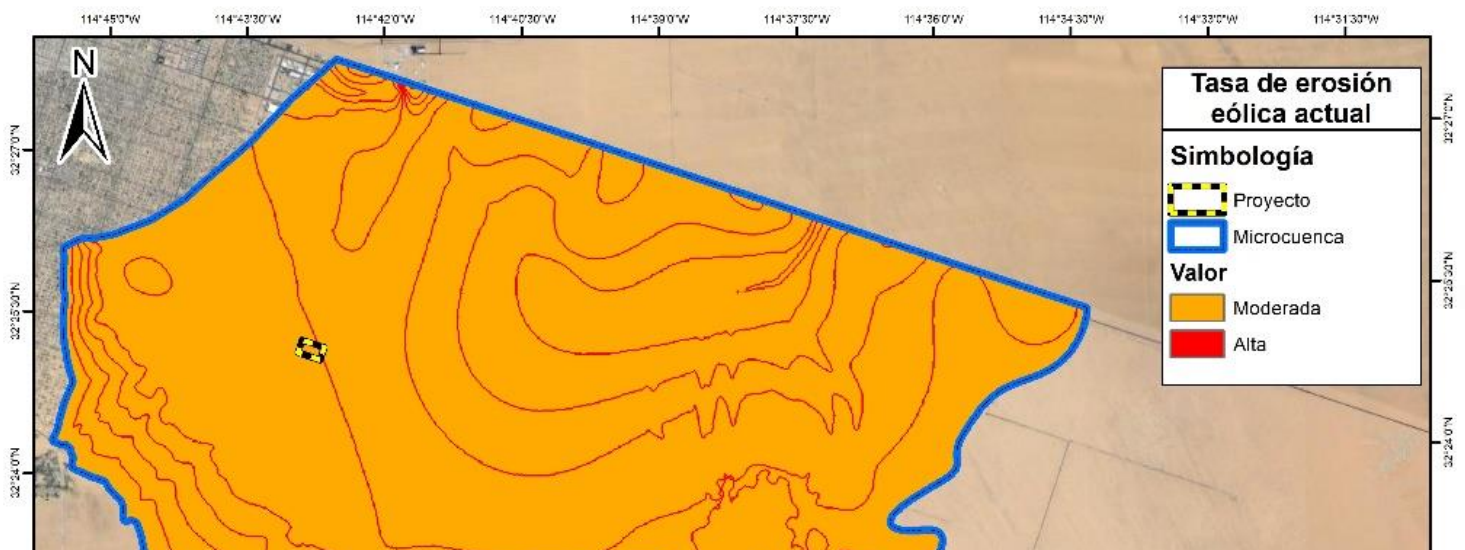
Rango	Cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental	
	Área (Ha)	%
Nula	--	--
Ligera	--	--
Moderada	17,224.20	95.28
Alta	852.79	4.72
Muy Alta	--	--

Tabla IV.34. Clasificación y proporciones de las tasas de erosión potencial en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental.

Rango	Cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental	
	Área (Ha)	%
Nula	--	--
Ligera	--	--
Moderada	--	--
Alta	17,224.20	95.28
Muy Alta	852.79	4.72



Mapa IV.28. Pérdida de suelo por erosión eólica actual en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental.



Mapa IV.29. Pérdida de suelo por erosión eólica potencial en la cuenca hidrográfica Pérdida de suelo por erosión eólica actual en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental.

Metodología y resultados del análisis de la erosión hídrica y eólica del predio de la obra en proyecto.

Metodología para estimar la pérdida del suelo hídrica

La erosión es la remoción del suelo por la acción de agentes físico, como el agua o el viento, por la cuales las capas superiores y más fértiles dan paso a las pedregosas y áridas. Para el cálculo

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

de ella se utilizó la fórmula universal de pérdida de suelos, con parámetros obtenidos del Manual de Ordenamiento de la SEDUE. La estimación de la pérdida de suelo se realiza en dos momentos, 1) en las condiciones anteriores y, 2) actuales a la realización del CUSTF por el desmonte por la construcción de la obra y 3) posteriores a la ejecución del CUSTF con medidas de compensación.

El manual de Ordenamiento de la SEDUE maneja la siguiente expresión para la estimación de la pérdida de suelos:

$$Eh = IALLU \times CAERO \times CATEX \times CATOP \times CAUSO... (1)$$

Donde:

- PECRE: Período de crecimiento,
- IALLU: Índice de agresividad de la lluvia,
- CAERO: Coeficiente de erodabilidad,
- CATEX: Calificación de textura y fase
- CATOP: Calificación de la topografía, y
- CAUSO: Calificación por uso del suelo.

Cada una de las variables se determina por una serie de valores que se estiman a partir de ecuaciones ya determinadas y valores predeterminados de acuerdo a las características de cada variable.

PECRE

El período de crecimiento se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo (media anual). Se obtiene con el siguiente cálculo:

$$PECRE = 0.2408 (PREC) - 0.0000372 (PREC)^2 - 33.1019$$

Donde:

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

PREC = Precipitación media anual (mm)

Para la estimación de esta variable, se tomó el valor de precipitación media anual para lo cual en el área del predio sujeto al CUSTF, reporta una precipitación media anual de **84.8 mm**, de acuerdo con datos de las normales climatológicas publicadas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CNA), para la estación 00026087 San Luis Río Colorado (GDE), para el periodo 1951-2010.

Al sustituir el valor se obtuvo un valor de PECRE:

PECRE = -12.95

IALLU

Estas se calculan partiendo de la variable PECRE con las siguientes fórmulas:

IALLU = 1.1244 (PECRE) - 14.7875

Al sustituir el valor obtenido anteriormente se tiene para IALLU un valor del área del predio sujeto al CUSTF:

IALLU = -29.348

CAERO

Para la evaluación de la erosión laminar hídrica se elaboró la tabla de coeficiente de erodabilidad (CAERO) con base en los valores que se detallan en la tabla IV.35.

Tabla IV.35. Reclasificación de la edafología para el cálculo del coeficiente de erodabilidad.

CAERO	Unidades de suelo							
0.5	Af	An	Bf	Bh	Cg	Ch	Ck	Cl
	E	Fa	Fh	Fo	Fp	Fr	Fx	Gc
	Gh	Gm	Hc	Hg	Hh	HI	Jc	Lf

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

CAERO	Unidades de suelo							
	Nd	Nc	Nh	Od	Oe	Ox	Qa	Qc
	Qf	Ql	Rc	Th	Tm	U	Zm	----
1.0	Ag	Ac	Bc	Bd	Be	Bg	Bk	Gd
	Ge	Gp	Jd	Je	Kh	Kk	Kl	Lc
	Lg	Lk	Lo	Ma	Hg	Ph	Pl	Rd
	Re	Sm	To	Tv	Wh	Wm	Zg	Zo
	Ah	Cl	Gv	HI	Jg	Kl	Ne	Sa
	So	Xg	Yg	ZU	H2O	Rc	---	---
2.0	Ao	Ap	Bv	Bx	Dd	De	Dg	Gx
	I	Jt	La	Lp	Lv	Pf	Pg	Po
	Pp	Rx	Sg	Vc	Vp	Wd	We	Ws
	Wx	Xh	Xk	Xl	Xy	Yh	Yk	Yl
	Yy	Yt	Zt	---	---	---	---	---

De acuerdo a la cartografía temática del INEGI (carta de Edafología) el suelo dominante en el ecosistema afectado de vegetación de desiertos arenosos es la Regosol calcárico (Rc), por lo que considerando el rango de valores para esta variable para el área del predio sujeto a CUSTF es: **1.0**.

CATEX

El valor de esta variable está dado por el tipo de textura y fase del tipo de suelo presente en el proyecto y de acuerdo a la escala de valores presentados en la tabla IV.36.

Tabla IV.36. Textura y fase del suelo para el cálculo de la variable CATEX

CATEX	Texture y face
-------	----------------

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

0.2	1 (gruesa)
0.3	2 (media)
0.1	3 (fina)
0.5	Face pedregosa o gravosa

El valor para esta variable el área del predio sujeto al CUSTF es: para la obra la cual sustentan vegetación de desiertos arenosos es de textura gruesa, por lo que el valor de **CATEX 3 = 0.2**.

CATOP

El valor de esta variable está dada por las características de la pendiente (%) con forme a lo presentado en la tabla IV.37.

Tabla IV.37. Valores de la pendiente para el cálculo de la variable CATOP

CATOP	Clase de pendiente	Rango (%)
0.35	A	0 – 8
3.50	B	8 – 30
11.00	C	Mayor del 30

De acuerdo a la pendiente observada en el polígono con vegetación forestal para los cuales se solicita el CUSTF, la cual se encuentra en una zona plana o semiplana (0-8%), los cuales se ubica dentro de la clase de pendiente tipo “A”, por lo que:

CATOP = 0.35

CAUSO

Esta variable queda determinada a partir del uso de suelo y vegetación en el sitio (tabla IV.38).

Tabla IV.38. Valores de la capa uso de suelo y vegetación para el cálculo de la capa de calificación de uso del suelo.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Uso de Suelo y Vegetación	Cause
Agricultura de riego y Nopalera	0.80
Agricultura de temporal	0.80
Asentamientos humanos	0.00
Bosque de encino, Bosque de oyamel, Bosque de pino, Bosque mesófilo de montaña, Bosque mixto de pino-oyamel (incluye oyamel-pino), Bosque mixto Oyamel-Tepozán-Pino y selva baja caducifolia	0.10
Bosque de Encino secundario	0.11
Bosque de encino-pino	0.10
Bosque de galería	0.05
Bosque de pino-encino	0.10
Bosque de pino-encino secundario y toda vegetación secundaria	0.11
Chaparral, matorral submontano, matorral espinoso tamaulipeco y matorral subtropical	0.11
Cuerpo de agua	0.00
Matorral desértico micrófilo y vegetación de desiertos arenosos	0.15
Matorral desértico rosetófilo	0.15
Mezquital	0.15
Vegetación secundaria arbustiva y herbácea, Zona federal CFE (derecho de vía)	0.13
Pastizal halófilo	0.12
Pastizal inducido y Agroforestería	0.12
Pastizal natural	0.12
Sin vegetación aparente, Predio baldío, Sitio de extracción, Terracería	0.40
Vegetación de galería	0.10
Vegetación halófila	0.12
Zona urbana	0.00
Zona mixta de vegetación crasicauca, matorrales sarcocaucales y sarcocrasicaucales	0.08
Humedal y Zona inundable	0.05

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Uso de Suelo y Vegetación	Cause
Área verde urbana, Ciclopista, Infraestructura, Invernadero, Pedregal, Sitio de importancia cultural, Vialidad pavimentada	0.0

Considerando el tipo de vegetación de desiertos arenosos clasificada en el área sujeta a CUSTF para este predio se determinó un valor de **CAUSO de: 0.15**.

Esta capa da como resultado la erosión hídrica expresada en términos de toneladas por hectárea por año con el siguiente cálculo:

$$Eh = IALLU \times CAERO \times CATEX \times CATOP \times CAUSO$$

En base a los resultados se puede agrupar la erosión hídrica en 4 categorías, desde erosión nula a erosión muy alta ya a cada clase se asignan los valores de la tabla IV.39.

Tabla IV.39. Valores para la erosión hídrica

Categoría	Valor de la erosión laminar (ton/Ha*año)
Ligera	Menor de 12
Moderada	De 12 a 50
Alta	De 50 a 200
Muy Alta	Mayor de 200

A) Escenario 1. Estimación de la pérdida de suelo antes del desmonte (CUSTF)

Sustituimos los valores de cada variable en la ecuación 1:

$$Eh = IALLU \times CAERO \times CATEX \times CATOP \times CAUSO... (1)$$

Tabla IV.40. Erosión hídrica por hectárea, por obra y tipo de vegetación en que se ubica la superficie para la cual se solicita el CUSTF, en Escenario 1.

TIPO DE VEGETACIÓN	EH	VOLUMEN TON/HA/ AÑO EROSIÓN HÍDRICA
Vegetación de desiertos arenosos	$Eh = -29.348 \times 1.0 \times 0.2 \times 0.35 \times 0.15$	-0.308

Con base en los valores que se presentan en la tabla anterior, se obtienen los valores de volumen de total de erosión hídrica que ocurre en las condiciones previas al CUSTF, en la superficie que ocuparía el proyecto y tipo de vegetación.

Dichos valores se presentan en la tabla siguiente.

Tenemos como resultado que la erosión hídrica antes de realizar el desmante es nula de **-0.308** expresada en términos de toneladas por hectárea por año, esto es, **-2.773 toneladas** por año en las **9.00 ha** donde se solicita autorización de desmante o CUSTF para construir el proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial en estudio de vegetación de desiertos arenosos.

Lo que significa que anualmente dentro del predio no se pierde suelo por la erosión hídrica.

Tabla IV.41. Resumen de la erosión hídrica actual

Tipo de vegetación	Superficie del proyecto que requiere CUSTF ha	Volumen Ton/ha/ año erosión hídrica actual	Volumen total actual del área de CUSTF Ton/ha/ año erosión hídrica	Perdida de lámina de suelos en mm
Vegetación de desiertos arenosos	9.00	-0.308	-2.773	-0.02773
Total	9.00	-0.308	-2.773	-0.02733

B) Escenario 2. Estimación de la pérdida de posterior a la ejecución del CUSTF

Sustituimos los valores de cada variable en la ecuación 1:

$$Eh = IALLU \times CAERO \times CATEX \times CATOP \times CAUSO... (1)$$

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Tabla IV.42. Erosión hídrica por hectárea, por obra y tipo de vegetación en que se ubica la superficie para la cual se solicita el CUSTF, en Escenario 2.

TIPO DE VEGETACIÓN	EH	VOLUMEN TON/HA/ AÑO EROSIÓN HÍDRICA
Vegetación de desiertos arenosos	$Eh = -29.348 \times 1.0 \times 0.2 \times 0.35 \times 0.40$	-0.822

Con la ejecución del CUSTF (desmote para la construcción de la obra en estudio), está claro que se incrementará la pérdida de suelo, ya que se removerá vegetación en una superficie de **9.00 ha** para la Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial. Por lo cual, el cálculo de la pérdida de suelo se realizó utilizando la metodología señalada anteriormente, sustituyendo el valor de CAUSO (uso de suelo y vegetación), por lo que ahora corresponderá a un suelo semejante al de un terreno o predio baldío, terracería o zona sin vegetación aparente tomando un valor de **0.40**. El resto de las variables permanecen constantes.

Al sustituir el valor de CAUSO en la ecuación 1, la pérdida de suelo por hectárea por año con el desmote forestal será nula con **-0.822 ton/ha/año**. Por lo que se perderá **-7.396 toneladas** por año en las **9.0 ha** donde se solicita autorización de desmote o CUSTF para construir el proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial en estudio de vegetación de desiertos arenosos.

Lo que significa que anualmente dentro del predio con vegetación o sin vegetación no se pierde suelo por la erosión hídrica.

Con la ejecución del proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial en este ecosistema de vegetación de desiertos arenosos la pérdida de suelo se reduce en **-0.514 ton/ha/año (-0.308 ton/ha/año actuales - 0.822 ton/ha/año después del CUSTF)**, es decir en la **9.0 ha** se reducirá la pérdida de suelo de **-4.626 toneladas**, por lo que no tendrá que mitigarse con las obras de conservación de suelo.

Tabla IV.43. Erosión hídrica por tipo de vegetación en que se ubica la superficie para la cual se solicita el CUSTF, en condiciones posteriores a la remoción de vegetación (Escenario 2).

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Tipo de vegetación	Superficie del proyecto que requiere CUSTF ha	Volumen Ton/ha/ año erosión hídrica posterior al CUSTF	Volumen total posterior del área de CUSTF Ton/ año erosión hídrica	Perdida de lámina de suelos en mm
Vegetación de desiertos arenosos	9.00	- 0.822	-7.396	-0.7396
TOTAL	9.00	- 0.822	-7.396	-0.7396

C) Escenario 3. Estimación de la pérdida de suelo actual ya con la obra construidas y posteriores a la ejecución del CUSTF.

Al realizar el comparativo entre lo que actualmente se erosiona (sin proyecto y posterior al CUSTF), se aprecia una diferencia de erosión hídrica que se deberá mitigar con la implementación de las medidas de mitigación propuestas, las cuales se presentan a continuación:

Tabla IV.44. Comparativo final de la erosión hídrica actual y posterior al CUSTF:

Tipo de vegetación	Superficie del proyecto que requiere CUSTF ha	Volumen Ton/ha/ año erosión hídrica		Volumen total por el CUSTF Ton/ año erosión hídrica		Volumen Ton/total/CUSTF erosión hídrica que debe ser mitigable
		Sin proyecto	Con proyecto	Sin proyecto	Con proyecto	
Vegetación de desiertos arenosos	9.00	-0.308	-0.822	-2.773	-7.396	-4.626
Total	9.00			-2.773	-7.396	-4.626

En base a lo anterior como medida de mitigación principal es reducir la afectación de la vegetación forestal dentro del predio del proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial es aplicando el esquema de manejo (afectación de manera paulatina), el cual se refleja en el escenario 3 en donde comparado con la condición original sin proyecto abra un decremento (nulo) real y final de **-4.626 ton/año** totales, para el proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial con vegetación de desiertos arenosos (**-4.626 ton/año**), derivadas por el desmonte del

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

proyecto, el cual al no haber erosión hídrica alguna no requiere ser minimizado o mitigado con obras de conservación de suelos.

Metodología para estimar la pérdida del suelo eólica

Para el caso que nos ocupa, la evaluación de este tipo de erosión se desarrolló tomando como base el modelo propuesto por la FAO en el año 1980 adaptado por la entonces SEDUE en 1988, de ahí que se estimó la cantidad de suelo que se erosiona en tres momentos en la superficie de CUSTF (erosión actual, erosión potencial y la que ocurre con la implementación de obras de conservación), de lo que se desprenden los resultados siguientes:

De acuerdo con la metodología adaptada por la SEDUE, la fórmula universal de estimación de pérdida de suelos por causa del viento o erosión eólica es:

$$Ee = (IAVIE)(CATEX)(CAUSO)$$

Dónde:

Ee = Erosión eólica en ton/ha/año

IAVIE = Índice de agresividad del viento

CATEX = Calificación de textura y fase física

CAUSO = Calificación por uso del suelo

Para calcular la variable IAVIE, la cual se refiere al índice de agresividad del viento, se usa la fórmula $IAVIE = 160.8252 - 0.7660 (PECRE)$.

Por lo que primeramente hay que calcular (PECRE).

PECRE

El período de crecimiento se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo (media anual). Se obtiene con el siguiente cálculo:

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

$$PECRE = 0.2408 (PREC) - 0.0000372 (PREC)^2 - 33.1019$$

Donde:

PREC = Precipitación media anual (mm)

Para la estimación de esta variable, se tomó el valor de precipitación media anual para lo cual en el área de los predios sujetos a CUSTF, reporta una precipitación media anual de acuerdo con datos de las normales climatológicas publicadas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CNA), para el periodo 1951-2010 siguientes.

Tabla IV.45. Precipitación pluvial registrada en la estación climatológica ubicada en la zona de influencia del predio de CUSTF

CUENCA (CHF)	PRECIPITACIÓN (mm)	ESTACIÓN METEOROLÓGICA
Microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado	84.8	00026087 San Luis Río Colorado (GDE)

Al sustituir el valor se obtuvo un valor de PECRE:

$$PECRE = 0.2408 (84.8 \text{ mm}) - 0.0000372 (84.8 \text{ mm})^2 - 33.1019$$

$$PECRE = 20.4198 - 0.0000372 (7191.04) - 33.1019$$

$$PECRE = 20.4198 - 0.267 - 33.1019$$

PECRE = -12.95

Tabla IV.46. Valor de PECRE obtenido para el área de influencia de cada estación meteorológica en donde se ubica el predio de CUSTF.

ESTACIÓN METEOROLÓGICA	PECRE
00026087 San Luis Río Colorado (GDE)	-12.95

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Para calcular la variable IAVIE, la cual se refiere al índice de agresividad del viento, se usa la fórmula $IAVIE = 160.8252 - 0.7660 (PECRE)$.

Por lo que $IAVIE = 160.8252 - 0.7660 (PECRE) = 160.8252 - 0.7660 (-12.95)$

IAVIE = 170.74

Tabla IV.47. Valor de IAVIE obtenido para el área de influencia de cada estación meteorológica en donde se ubica el predio de CUSTF.

ESTACIÓN METEREOLÓGICA	IAVIE
00026087 San Luis Río Colorado (GDE)	170.74

Así mismo para el cálculo de la variable CATEX se procedió al análisis de la información cartográfica elaborada para el área del proyecto, para asignar el valor correspondiente en función de las propiedades o atributo del suelo presente a lo largo y ancho del predio en estudio, que para el caso que nos ocupa corresponde a suelo calcáreo citado en la tabla IV.48.

CATEX

Para el cálculo de la capa de calificación de textura y la fase tomando los valores de la tabla se trata de suelos no calcáreos (SUECAL C=0) o de la tabla para suelos calcáreos (SUECAL C=1).

Tabla IV.48. Valores de suelos no calcáreos para el cálculo de la capa de calificación de textura.

CATEX	Textura y fase de suelos no calcáreos
3.50	1 (gruesa)
1.25	2 (media)
1.85	3 (fina)

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

1.75	1 y fase gravosa o pedregosa
0.62	2 y fase gravosa o pedregosa
0.92	3 y fase gravosa o pedregosa

Tabla IV.44. Suelos calcáreos.

Suelos calcáreos						
Bk	Ck	E	Gc	Hc	Jc	Kk
Lk	Rc	Xk	Xy	Yk	Yy	

Tabla IV.49. Valores de suelos calcáreos para el cálculo de la capa de calificación de textura.

CATEX	Textura y fase de suelos calcáreos
3.5	1 (gruesa)
1.75	2 (media)
1.85	3 (fina)
0.87	Pedregosa o gravosa

Tabla IV.50. Valor de CATEX obtenido para el área de influencia de cada estación meteorológica en donde se ubica el predio de CUSTF.

USO SUELO	CLAVE	SUPERFICIE (HA)	CATEX TEXTURA Y FASE	
			CALCAREOS	NO CALCAREOS
Vegetación de desiertos arenosos	Regosol calcarico (Rc)	9.00	3.5	-----

CAUSO

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Utilizando la información cartográfica disponible para el área del proyecto y los criterios dictados por la propia metodología, se obtuvo la erosión eólica antes de realizar el desmonte expresado en términos de toneladas por hectárea por año, donde se solicita autorización de desmonte o CUSTF para construir el proyecto en estudio del ecosistema afectado. Para el valor de la variable CAUSO (Calificación de uso de suelo) se tomó el valor predeterminado para el uso “vegetación de desiertos arenosos” (tabla siguiente) acatando una de las principales condiciones actuales del área del proyecto.

Tabla IV.51. Valores de CAUSO para la erosión eólica, según el uso de suelo en un área determinada.

Uso de Suelo y Vegetación	Causo
Agricultura de riego y Nopalera	0.80
Agricultura de temporal	0.80
Asentamientos humanos	0.00
Bosque de encino, Bosque de oyamel, Bosque de pino, Bosque mesófilo de montaña, Bosque mixto de pino-oyamel (incluye oyamel-pino), Bosque mixto Oyamel-Tepozán-Pino	0.10
Bosque de Encino secundario	0.11
Bosque de encino-pino	0.10
Bosque de galería	0.05
Bosque de pino-encino	0.10
Bosque de pino-encino secundario y toda vegetación secundaria	0.11
Chaparral, matorral submontano, matorral espinoso tamaulipeco, Matorral desértico micrófilo, Matorral desértico rosetófilo y matorral subtropical	0.11
Cuerpo de agua	0.00
Vegetación de desiertos arenosos	0.15
Mezquital	0.15
Vegetación secundaria arbustiva, herbácea y Zona federal CFE (derecho de vía)	0.13
Pastizal halófilo	0.12
Pastizal inducido y Agroforestería	0.12
Pastizal natural	0.12
Sin vegetación aparente, Predio baldío, Sitio de extracción, Terracería	0.40
Vegetación de galería	0.10
Vegetación halófila	0.12

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Uso de Suelo y Vegetación	Causo
Zona urbana	0.00
Zona mixta de vegetación crasicaule, matorrales sarcocaulales y sarcocrasicaules	0.08
Humedal y Zona inundable	0.05
Área verde urbana, Ciclopista, Infraestructura, Invernadero, Pedregal, Sitio de importancia cultural, Vialidad pavimentada	0.00

Se tomó el valor predeterminado para el uso “vegetación de desiertos arenosos” (tabla siguiente) acatando una de las principales condiciones actuales del área del proyecto, siendo este de **0.15** antes del CUSTF y de **0.13** posterior al CUSTF.

Tabla IV.52. Clasificación y proporciones de las tasas de erosión actual registradas en el área de análisis o cuenca microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado.

Rango	Microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado	
	Área (Km ²)	%
Nula (0 a 5 Tn/Ha)	--	--
Ligera (5 a 10 Tn/Ha)	--	--
Moderada (10 a 50 Tn/Ha)	17,224.20	95.28
Alta (50 a 200 Tn/Ha)	852.79	4.72
Muy Alta (> 200 Tn/Ha)	--	--

a) Escenario 1. Estimación de la pérdida de erosión eólica actual o sin proyecto.

En función de los valores que pueden tomar las variables de la fórmula para estimación de erosión eólica, se tienen calculado el siguiente escenario 1 (erosión eólica actual o sin proyecto):

$$Ee = IAVIE * CATEX * CAUSO$$

Tabla IV.53. Erosión eólica actual en el predio de CUSTF:

USO ACTUAL	USV (CLAVE)	SUPERFICIE (HA)	IAVIE	CATEX	CAUSO	EROSIÓN EOLICA	EROSIÓN EOLICA/TOTAL/CUSTF (ton/ha/año)

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

DEL SUELO						(ton/ha/año)	
Vegetación de desiertos arenosos	MDR	9.0	170.74	1.75	0.15	44.82	403.38
Total		9.0	170.74	1.75	0.15	44.82	403.38

El resultado nos indica que actualmente sin proyecto la pérdida de suelo eólica por hectárea por año, por lo que en las **9.0 ha** donde se pretende realizar el CUSTF, se tiene una erosión eólica actual de **403.38 ton/año**.

b) Escenario 2. Estimación de la pérdida de erosión eólica posterior a la ejecución del CUSTF.

Con la ejecución del CUSTF (desmonte para la construcción de las obras en estudio), está claro que se incrementa el riesgo de pérdida de suelo, ya que teóricamente se removerá vegetación en una superficie de **9.0 ha**, lo cual de manera efectiva no ocurre, dadas las características y condiciones de la vegetación presente.

Por tal razón, el cálculo de la pérdida potencial de suelo se realizó utilizando la misma metodología, con la variante de sustituir el valor de CAUSO (uso de suelo), tomando un valor de **0.13** que corresponde a Zona federal CFE (derecho de vía), permaneciendo sin cambios el resto de las variables, de lo cual se obtiene lo siguiente.

$$E_e = IAVIE * CATEX * CAUSO$$

Tabla IV.54. Erosión eólica posterior a la ejecución del CUSTF:

USO ACTUAL DEL SUELO	USV (CLAVE)	SUPERFICIE (HA)	IAVIE	CATEX	CAUSO	EROSIÓN EOLICA (ton/ha/año)	EROSIÓN EOLICA/TOTAL/CUSTF (ton/ha/año)

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Vegetación de desiertos arenosos	MDR	9.0	170.74	3.5	0.13	77.69	699.20
Total		9.0	170.74	3.5	0.13	77.69	699.20

El resultado nos indica que potencialmente la pérdida de suelo por hectárea por año con el desmonte forestal se puede incrementar de manera significativa, por lo que en las **9.0 ha** donde se pretende realizar el CUSTF, se tendría una posible erosión de **699.20 ton/año**, lo cual se clasifica como una erosión alta, esto es sin tomar en cuenta el tercer escenario que se describe a continuación.

A continuación, se refieren el comparativo de las escenas 1 y 2 de los datos de erosión eólica por tramo, tipo de vegetación en la superficie de CUSTF.

Tabla IV.55. Resumen de la erosión eólica

Tipo de vegetación	Superficie del proyecto que requiere CUSTF ha	Volumen total erosión eólica actual o sin proyecto Ton/ha/Año	Volumen total erosión eólica con proyecto Ton/ha/Año
Vegetación de desiertos arenosos	9.0	403.38	699.20
Total	9.0	403.38	699.20

c) Escenario 3. Estimación de la pérdida de suelo actual ya con las obras construidas y posteriores a la ejecución del CUSTF.

Al realizar el comparativo entre lo que actualmente se erosiona dentro de la superficie del predio en estudio (sin proyecto = **403.38 ton/año**) en el predio y posterior al CUSTF (con proyecto = **699.20 ton/año**), se aprecia una diferencia de **285.81 ton/año**, este es el valor que incrementara el proyecto y por lo tanto el que se deberá mitigar y minimizar al 100% con la implementación de las medidas de mitigación propuestas.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

En resumen, el incremento potencial de erosión por el CUSTF se presenta en la siguiente tabla.

Tabla IV.56. Valores de la erosión actual, posterior al desmonte o construcción del proyecto y a mitigar por el CUSTF.

Tipo de vegetación	Superficie del proyecto que requiere CUSTF/ha	Volumen erosión total por el CUSTF Ton/año		Volumen de erosión a mitigar Ton/total/CUSTF
		Sin proyecto	Con Proyecto	
Vegetación de desiertos arenosos	9.0	403.38	699.20	285.81
Total	9.0	403.38	699.20	285.81

Sin embargo, cabe apuntar que el valor de **285.81** ton/año es para la condición de ausencia de cobertura en un suelo desnudo, y sobre todo se considera un área total de CUSTF compacta o junta, sin embargo, como es un proyecto puntual de 225 m x 400 m, en la cual se colocará una barda perimetral alrededor del mismo que sirven como barreras corta viento, evitando así la erosión eólica.

Tabla IV.57. Incremento de la erosión eólica (Ton/año) que se generaría con el CUSTF para el Proyecto y medidas propuesta para la mitigación del impacto.

Tipo de vegetación	Incremento de la erosión hídrica (Ton/ha) por el CUSTF del proyecto	Cantidad de fajitas o cordones de geo costales	Volumen Ton/total/año de suelo retenido por este tipo de obra	Volumen Total Ton/total/año de suelo retenido con las obras
Vegetación de desiertos arenosos	285.81	24	12.0	288.00
Total	285.81	24		

En donde se plantea la construcción de 24 fajitas o cordones de geo costales a curva de nivel, con una longitud de 20.0 cada uno y la cantidad de suelo retenido por este tipo de obras será de 12.0 toneladas cada una a lo largo del proyecto principalmente en las escorrentías intermitentes presente y donde se efectuará el CUSTF y en el espacio que comprende el proyecto, por lo que estos representarán una capacidad de retención de **288.00 ton/año**, por lo que con estas obras

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

propuestas se lograra incrementar **2.19** ton/año. (**285.81** ton/año que se incrementara con el CUSTF - **288.00** ton/año que se logrará retener con las obras propuestas).

Las obras de conservación de suelos propuestas son construidas paralelas a la cerca o al contorno. Las ventajas de las obras de conservación de suelos propuestas son:

1. Protección física contra la remoción.
2. Limita la erosión para una distancia igual al ancho de la faja y bordo.
3. Se conserva humedad del suelo.

Las obras de conservación de suelos propuestas también tienen efecto sobre el proceso erosivo ya que son bordos que reducen la velocidad del viento en tanto estén perpendiculares a la dirección de este. La conservación de humedad es básica para el control de la erosión eólica en zonas áridas o semiáridas. Los métodos usados consisten en incrementar la infiltración, reducir evaporación y prevenir el innecesario crecimiento de las plantas. Los residuos del CUSTF tienen efectos sobre la conservación de humedad.

Anteriormente se calculó que la cantidad de suelo que se incrementará posterior a la realización del CUSTF es de **285.81** ton/año, por lo que con las medidas propuestas se estarían atendiendo por mucho esta cantidad, dando así, atención plena al precepto de excepción que refiere a No generar la erosión del suelo. Por lo que se concluye y se ratifica en base al análisis antes descrito que dentro de la totalidad del predio en estudio, no se detectaron zonas frágiles o críticas y que con o sin proyecto la afectación a los mismos ecosistemas se darán, motivados por las actividades antrópicas.

Aunado a ello se plantean riegos para la supresión de polvos durante las etapas de desmonte, despalme y construcción, así como la dispersión del material remanente de vegetación forestal, lo cual evitara el levantamiento y/o suspensión de las partículas del suelo con lo que se evita la erosión eólica desde las primeras etapas del proyecto hasta su conclusión con la capa impermeable. Con las medidas propuestas se estaría dando atención plena al precepto de excepción que refiere a No generar la erosión del suelo, específicamente la erosión eólica.

Dicho lo anterior con las medidas propuestas se estarían atendiendo por mucho la cantidad de suelo que se potencialmente podría erosionarse por la ejecución del proyecto, de tal modo que puede decirse que el CUSTF no provocaría una erosión de suelo mayor a la existente en su área de influencia, dando así atención plena al supuesto de excepción a que se refiere el artículo 93 de la LGDFS en cuanto a No generar la erosión del suelo.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Por lo que se concluye y se ratifica en base al análisis antes descrito que dentro de la totalidad del predio del proyecto en estudio, no se detectaron zonas frágiles o críticas y que con o sin proyecto la afectación a los mismos ecosistemas se dará, motivados por las actividades antrópicas.

Tabla IV.58. Clasificación y descripción de las clases de erosión hídrica y eólica

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Clases de erosión	Tn ha ⁻¹ año ⁻¹	Descripción de la clase de erosión
Ligera	<10 (hídrica) 12 a 50 (eólica)	En estas áreas los suelos pueden sufrir la pérdida de suelo hasta en un 50 % de su horizonte "A". Es recomendable considerar prácticas de conservación preventivas. Bajo este riesgo se ubican en las partes bajas ocupando principalmente todos los valles y algunos pies de sierras, en unidades de suelos de Andosoles, ocupados por pastizales y agricultura de temporal, principalmente.
Moderada	10-50 (hídrica) 50 a 100 (eólica)	Son áreas en las que la erosión puede afectar hasta perder el horizonte "A" por lo cual su posibilidad de ser aprovechado se reduce, ya que un manejo irresponsable aumentaría la susceptibilidad y aceleraría el proceso erosivo. Por erosión hídrica en este grado se ven amenazadas principalmente las áreas que se encuentran en unidades de suelos tales como: Feozems y Andosoles en laderas bajas y medias, se caracterizan por la presencia de una cobertura vegetal densa o cerrada de pinos, encinos u oyamel, y en algunos casos vegetación de pastizales en las partes más bajas donde se presenta este tipo de riesgo de erosión.
Alta	50-200 (hídrica) 100 a 200 (eólica)	Son suelos en los que los efectos erosivos pueden provocar la pérdida de hasta el 50 % del horizonte "B". Las actividades productivas en estos suelos no son muy recomendables, a menos de que estas sean de bajo impacto o proporcionen una cobertura vegetal adecuada la mayor parte del año. Se ubican en laderas medias y altas ocupadas por Litosoles y en partes más bajas de suelos Feozems con exposición Norte principalmente. Los que se ocupan para la agricultura de temporal, lo cual señala la necesidad de manejo preventivo y urgente con la aplicación de prácticas agronómicas apropiadas que impidan su degradación.
Muy Alta	>200 (hídrica y eólica)	Estas son áreas muy susceptibles a la erosión, comúnmente con altas pendientes y/o cobertura vegetal escasa, que pueden registrar pérdidas hasta del 100 % del horizonte "B". Se localizan desde las partes altas hasta los valles y corresponden a áreas abiertas a la agricultura por lo tanto son suelos que requieren prácticas de conservación inmediata.

Por lo que se concluye y se ratifica en base al análisis antes descrito que dentro de la totalidad del trayecto y predio de las obras en estudio, no se detectaron zonas frágiles o críticas y que con o sin proyecto la afectación a los mismos ecosistemas se darán, motivados por las actividades antrópicas. Las obras de conservación propuestas para lograr los objetivos antes planteados se describen en el anexo IX.3.H.

Hidrología superficial y subterránea

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

El recurso agua, como se sabe, es un componente físico esencial para la vida, así como para los procesos dinámicos de componentes como el suelo, vegetación y usos socioeconómicos. Para su conservación, protección, seguridad y uso, se ha estudiado por los gobiernos a través de instituciones especializadas en el tema, desde su captación por lluvia, filtración, distribución territorial, cantidad, calidad, disposición superficial y subterránea hasta su regulación normativa con el fin de evitar, su contaminación y sobreexplotación, etc. En la región del **SAR** o **CHF** así como en el **AI** y **AP** para la **CCI Parque Industrial**, el recurso agua se encuentra en las siguientes condiciones.

Hidrológica superficial

Una región hidrológica es un área territorial muy extensa captadora de agua superficial también llamada cuenca, pero que es muy grande geográficamente cuyos límites son naturales, es decir, su demarcación esta en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas propias. En el territorio mexicano se han categorizado 37 Regiones Hidrológicas. Cada región hidrológica a su vez esta conformada por un conjunto de áreas o cuencas más pequeñas. Cada cuenca a su vez esta conformada por subcuencas y cada subcuenca por microcuencas.

De acuerdo con los estudios de CONAGUA (2007), el recurso hídrico prevaleciente en el **SAR** o **CHF** corresponde a las aportaciones que tengan las regiones hidrológicas y cuencas donde está inmerso. Estas regiones son: Regiones Hidrológicas Río Colorado (RH7) y la Región Hidrológica Sonora Norte (RH8). La RH7 comprende la Cuenca Río Colorado, la subcuenca Río Colorado y la microcuenca San Luis Río Colorado. La RH8; está representada por la Cuenca Desierto de Altar-Río Bámori, la subcuenca Puerto Peñasco y la microcuenca Desierto de Altar.

Con relación al Área de Influencia (**AI**) del Proyecto incide en las cuencas Río Colorado y Desierto de Altar-Río Bámori. El predio para el cambio de uso de suelo en terreno forestal o Área del Proyecto (**AP**) forma parte únicamente de la cuenca Desierto de Altar-Río Bámori. De acuerdo con CONAGUA, (2007), en la tabla IV.59 y mapa **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..30** se presente un esquema de la hidrológica de la región del Proyecto conformada por las cuencas, subcuencas y micorcuencas.

Tabla IV.59. Esquema de las unidades y subunidades hidrológicas en la región del Proyecto.

CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA
SAR o CHF		
Desierto del Altar-Río Bamorí	Puerto Peñasco	Desierto De Altar

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Río Colorado	Río Colorado	San Luis Río Colorado
AI		
Río Colorado	Río Colorado	San Luis Río Colorado
Desierto del Altar-Río Bamorí	Puerto Peñasco	Desierto De Altar
AP		
Desierto del Altar-Río Bamorí	Puerto Peñasco	Desierto De Altar

La RH8, comprende territorio desde el suroeste de los EE.UU y al noroeste del territorio Mexicano. Cubre una superficie en territorio nacional de 54 857 km², que pertenece al estado de Sonora y que representan el 30.1% de la extensión de dicho estado. En esta RH8 se conforma por las cuencas Río San Ignacio y Otros, Río Concepción - Arroyo Cocóspera y **Desierto de Altar-Río-Bámori**, en esta última se localiza la cuenca hidrográfica delimitada como área de estudio.

Por otro lado, como se ha señalado el recurso hídrico superficial en la RH8 también es alimentado desde el territorio de los EE.UU. y es captado por la presa Morelos, ubicada en la frontera internacional; se destina principalmente al uso agrícola y para abastecimiento de agua potable.

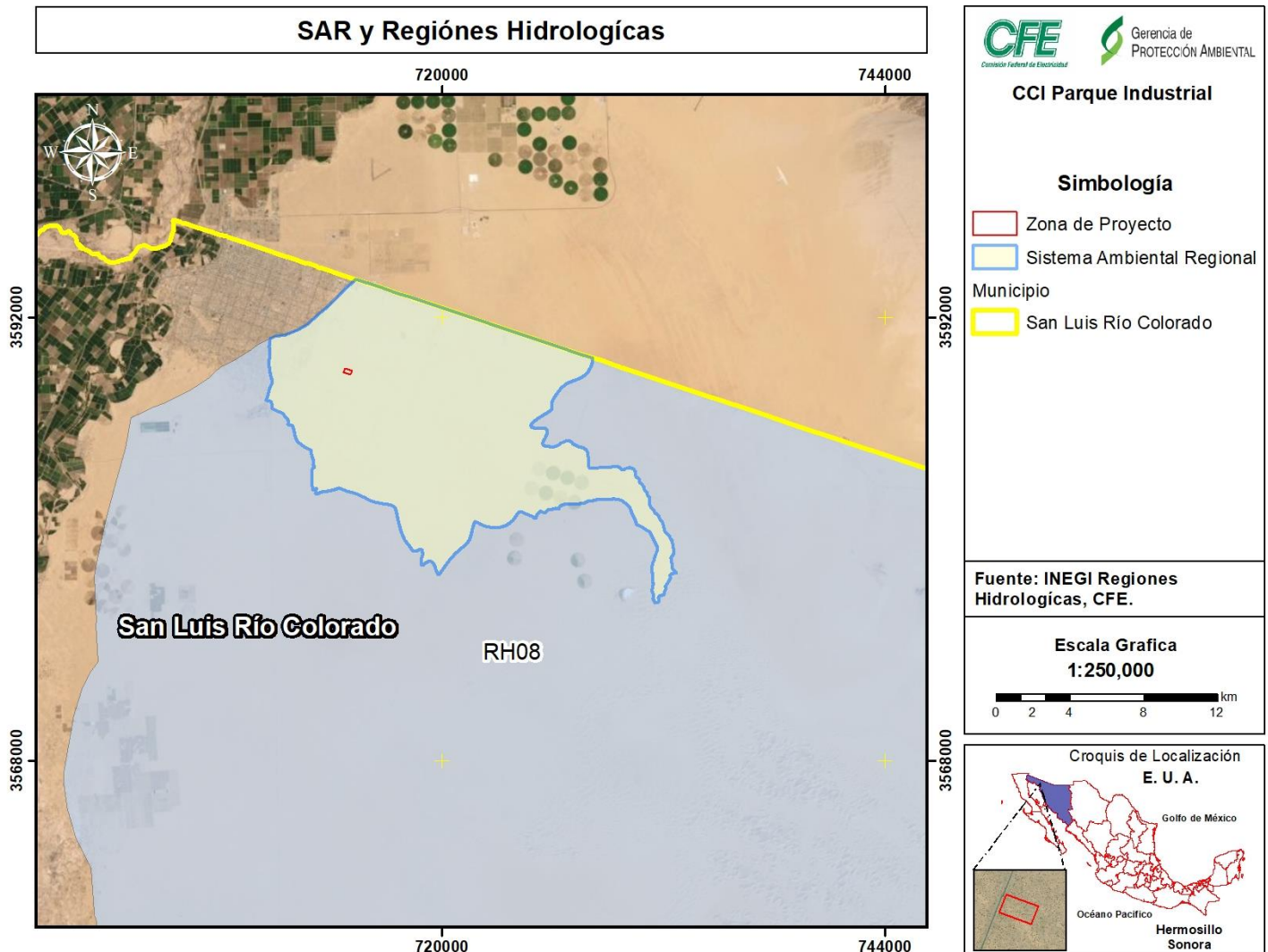
Cuenca Desierto de Altar-Río Bamorí.

Esta cuenca que comprende la región más árida del país alcanza una superficie de 21,126 km², se sitúa al noroeste la RH8. La corriente principal que la caracteriza tiene su origen en la sierra Pozo Verde, donde es conocida como El Coyote; continúa hacia los Estados Unidos de América con el nombre de río Bamorí, entra de nuevo a territorio mexicano con el nombre de Sonoyta con dirección al sur, después cambia su curso al oeste-noroeste, pasa por la población que le da nombre y por último corre hacia el sur para desembocar en el Golfo de California, 22 km al oriente de Puerto Peñasco.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



Mapa ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..30. Región hidrológica donde se ubica el proyecto y su área de estudio

En la cuenca, además de la parte del Distrito de Riego "Río Altar-Pitiquito-Caborca", se localiza casi la mitad del de "Río Colorado". Ocupa una superficie de 11.86% del estado. Se presenta una precipitación media anual de 109 mm, un volumen anual precipitado de 2 300.7 Mm³, coeficiente de escurrimiento de 2.3%, que representa un volumen de 52.96 Mm³ anuales drenados. El principal uso del agua es: agrícola, doméstico y pecuario.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

En la **RH7** que abarca territorio del estado de Sonora pero principalmente del territorio de Baja California, su recurso hídrico lo aporta las aguas del Río Colorado. Para la parte del estado de Sonora no se generan escurrimientos significativos. El Río Colorado también tiene su origen desde el territorio de los EE.UU., su trayecto en territorio mexicano es aproximadamente de 90 km, sus aguas se aprovechan sustancialmente para actividades agrícolas y uso urbano.

La hidrografía del Gran Desierto de Altar no presenta un drenaje definido, aunque el de tipo paralelo es el más aparente. Otros elementos importantes dentro de esta región son las estructuras denominadas "*Tinajas*", las cuales se localizan exclusivamente en las sierras de basaltos y granitos, debido a su forma parecen grandes cuencas rocosas capaces de mantener un volumen apreciable de agua. Normalmente, aparecen como pequeños embalses en serie como en la Tinaja de Los Pápagos, La Tinaja Emilia y Tinajas Altas. El principal escurrimiento lo constituye el caudal del Río Colorado.

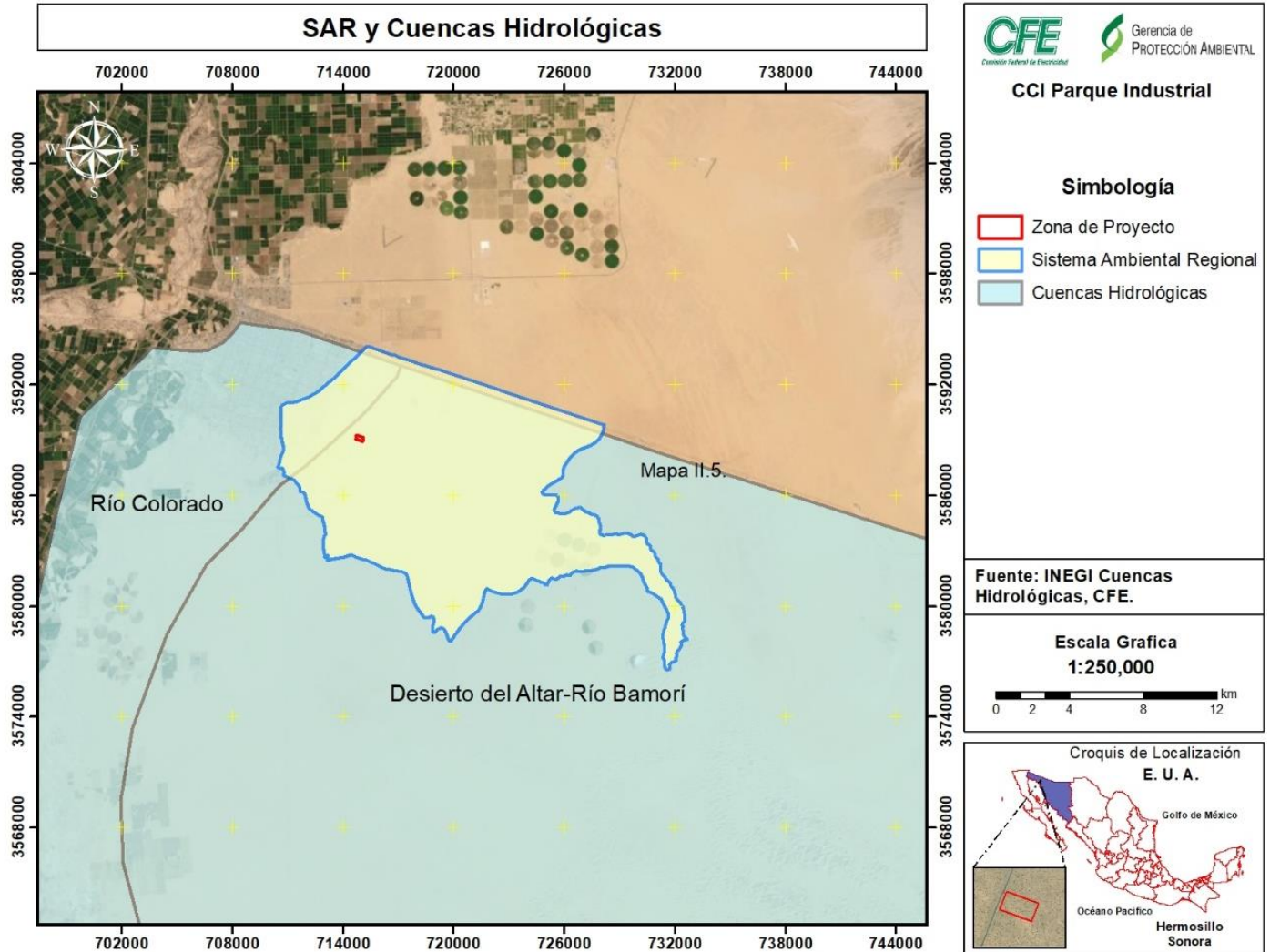
Dentro del área de influencia de la cuenca, se determinó que el recurso hídrico superficial proviene de Estados Unidos y es captada por la presa Morelos, ubicada en la frontera internacional; se destina principalmente al uso agrícola y para abastecimiento de agua potable. Esta agua a su vez es mezclada con el agua subterránea extraída de la batería de pozos de Mesa Arenosa de San Luis, para disminuir el contenido de sólidos totales disueltos. Los pozos localizados en la margen izquierda del Río Colorado, situados en el valle, extraen agua subterránea destinada a riego agrícola, y en menor proporción a uso doméstico.

La cuenca Hidrográfica se ve influenciada por Región Hidrológica 7, "Río Colorado" que está constituida exclusivamente por los terrenos situados hacia el margen izquierdo en el Estado de Sonora y margen derecho en Baja California, y el tramo final del río Colorado. Esta RH-7 se localiza en la porción oriental del área cubriendo un área de 2,940 km², conocido como el Desierto de Altar y la zona volcánica del Pinacate. Los límites de esta cuenca son al norte la frontera con los EUA, hacia donde amplía su área; al oeste la Cuenca Bacanora-Mejorada; al este y suroeste la Cuenca San Ignacio y otras, y al sur el Golfo de California. Presenta topografía regular, a excepción de los afloramientos volcánicos del pinacate y sierras de roca metamórfica e ígnea que alcanzan alturas de hasta 680 m, como el Cerro Pinto y la Sierra El Rosario.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



Mapa *¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..* **31.** Cuenca hidrológica donde se ubica el proyecto y su área de estudio
Hidrología subterránea

La hidrología subterránea, como se sabe, se refiere al agua que se encuentran bajo tierra a diferentes profundidades formando grandes yacimientos considerados como reservas o acuíferos, estos pueden tener o no movimientos, interactúan con los suelos y rocas, el agua se puede encontrar en estado líquido, sólida o gaseosa. Uno de los objetivos del estudio de la hidrología subterránea es saber la ubicación de los acuíferos, condiciones que determinan la calidad del

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

agua, establecer medidas de aprovechamiento, regulación y extracción para uso y no sobreexplotación.

En el territorio del **SAR o CHF, AI y AP del Proyecto CCI Parque Industrial** coincide con el distrito del acuífero Valle de San Luis Río Colorado definido con la clave 2601 por CONAGUA. Se localiza en la porción noroeste del estado de Sonora, entre las coordenadas geográficas 31° 38' y 32° 29' latitud norte y 114° 17' y 115° 03' longitud oeste cubriendo una superficie de 4 397 km². El acuífero pertenece al Organismo de Cuenca II Noroeste y se encuentra sujeto a las disposiciones de dos decretos de veda (acuerdo de tipo I de 1955 y acuerdo de tipo 3 de 1969). En la actualidad el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 3, de acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2020; esto dado que **la condición en la que se encuentra el acuífero es sobreexplotado** (DOF del 17 de septiembre de 2020).

Nota. Si bien el Predio donde se pretende el cambio de uso de suelo en terreno forestal para instalar la infraestructura eléctrica, durante su construcción y operación, tal como se manifiesta en el Capítulo II del presente documento, no se extraerá agua ni se solicitarán permisos para la explotación de pozos. El consumo de agua requerido para la **CCI Parque Industrial**, será el uso de agua comprada para operar mediante un circuito cerrado.

- Calidad de agua subterránea

En el año 2012 la CONAGUA comenzó la operación de la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua para el seguimiento de los cuerpos de agua más importantes del país (superficial y subterránea). El cálculo del índice de calidad de agua con análisis estadísticos que derivaron en un indicador, el cual se traduce en un semáforo para cada sitio de muestreo siendo el **color rojo** para aquellos sitios que no cumplen con fluoruros, coliformes fecales, nitrógeno de nitratos, arsénico total, cadmio total, cromo total, mercurio total, níquel total y/o plomo total; color amarillo cuando no cumple con alcalinidad, conductividad, dureza, sólidos disueltos totales-riesgo agrícola, sólidos disueltos totales-salinización, manganeso total y/o hierro total; finalmente, el **color verde** para los sitios que cumplen con todos los indicadores (Comisión Nacional del Agua, 2018).

En el SAR o CHF se encuentran siete estaciones de la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua subterránea, OCPBC4377, OCPBC4367, OCPBC4368, OCPBC6317, OCPBC5362, OCPBC5361 y OCPBC6316. Con un indicador de calidad de agua que va de color verde a rojo, es decir, solo un pozo cumple con todos los indicadores (OCPBC4377, semáforo verde), el cual se encuentra a 7,5 km del AP.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Los valores de cada uno de los parámetros analizados para el indicador de calidad de agua de los pozos dentro del SAR se indican en la tabla IV.60.

Nota. Cabe mencionar que el Proyecto en sus procesos operativos no pretende realizar descargas de agua, por lo que este no afectará la calidad del agua subterránea, ni intervendrá cuerpos de agua superficiales.

Tabla IV.60. Calidad de agua subterránea de 7 pozos distribuidos en el SAR o CHF del Proyecto CCI Parque Industrial, en el estado de Sonora.

Nombre	OCPBC4 377: La Mesa Arenosa		OCPBC43 67: Sistema de Infiltración de Aguas Residuales 1		OCPBC436 8: Sistema de Infiltración de Aguas Residuales 2		OCPBC63 17: Ejido Las Adelitas		OCPBC53 62: Pozo 15		OCPBC5 361: Pozo No. 3		OCPBC63 16: Ejido Islita	
	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación
Alcalinidad Total	108,7025 mg/l	Mediana	420,55 mg/l	Indeseable como FAAP	479,74 mg/l	Indeseable como FAAP	105,395 mg/l	Mediana	209,55 mg/l	Alta	174,15 mg/l	Alta	197 mg/l	Alta
Conductividad	1561 µS/cm	Permisible para riego	2144 µS/cm	Dudosa para riego	2350 µS/cm	Dudosa para riego	2440 µS/cm	Dudosa para riego	2295 µS/cm	Dudosa para riego	1343,5 µS/cm	Permisible para riego	2420 µS/cm	Dudosa para riego
Sólidos Disueltos	944,32		1372,16 mg/l		1344,32 mg/l		-999,99 mg/l		-999,99 mg/l		-999,99		-999,99 mg/l	

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Nombre	OCPBC4 377: La Mesa Arenosa		OCPBC43 67: Sistema de Infiltración de Aguas Residuales 1		OCPBC436 8: Sistema de Infiltración de Aguas Residuales 2		OCPBC63 17: Ejido Las Adelitas		OCPBC53 62: Pozo 15		OCPBC5 361: Pozo No. 3		OCPBC63 16: Ejido Islita	
	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación
Totales	mg/l										mg/l			
Sólidos Disueltos Totales- Medidos	849 mg/l		1312,015 mg/l		1341 mg/l		1462 mg/l		1437 mg/l		738 mg/l		1544 mg/l	
Sólidos Disueltos Totales (Riego agrícola)	Cultivos sensibles		Cultivos con manejo especial		Cultivos con manejo especial		Cultivos con manejo especial		Cultivos con manejo especial		Cultivos sensibles		Cultivos con manejo especial	
Sólidos Disueltos Totales	Potable - Dulce		Ligeramente salobres		Ligeramente salobres		Ligeramente salobres		Ligeramente salobres		Potable - Dulce		Ligeramente salobres	

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Nombre	OCPBC4377: La Mesa Arenosa		OCPBC4367: Sistema de Infiltración de Aguas Residuales 1		OCPBC4368: Sistema de Infiltración de Aguas Residuales 2		OCPBC6317: Ejido Las Adelitas		OCPBC5362: Pozo 15		OCPBC5361: Pozo No. 3		OCPBC6316: Ejido Islita	
	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación
(Salinización)														
Fluoruros Totales	0,56855 mg/l	Mediana	0,27265 mg/l	Baja	0,447485 mg/l	Mediana	0,32 mg/l	Baja	0,2854 mg/l	Baja	0,2877 mg/l	Baja	0,2673 mg/l	Baja
Dureza Total	196,328 mg/l	Potable - Dura	491,713 mg/l	Potable - Dura	467,5638 mg/l	Potable - Dura	418,4974 mg/l	Potable - Dura	592,8871 mg/l	Muy dura e inde-seable usos industrial y doméstico	256,9686 mg/l	Potable - Dura	504,5914 mg/l	Muy dura e inde-seable usos industrial y doméstico
Coliformes Fecales	59 NM P/100 ml	Buena calidad	4,995 NM P/100 ml	Buena calidad	23 NMP/100 ml	Buena calidad	0,55 NM P/100 ml	Potable - Excelente	0,55 NM P/100 ml	Potable - Excelente	0,55 NM P/100 ml	Potable - Excelente	0,55 NM P/100 ml	Potable - Excelente

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Nombre	OCPBC4 377: La Mesa Arenosa		OCPBC43 67: Sistema de Infiltración de Aguas Residuales 1		OCPBC436 8: Sistema de Infiltración de Aguas Residuales 2		OCPBC63 17: Ejido Las Adelitas		OCPBC53 62: Pozo 15		OCPBC5 361: Pozo No. 3		OCPBC63 16: Ejido Islita	
	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación
											00 ml			
Nitrógeno de Nitratos	0,022045 mg/l	Potable - Excelente	2,322 mg/l	Potable - Excelente	0,983781 mg/l	Potable - Excelente	0,067461 mg/l	Potable - Excelente	0,883109 mg/l	Potable - Excelente	0,0506 mg/l	Potable - Excelente	0,01 mg/l	Potable - Excelente
Arsénico Total	0,005 mg/l	Potable - Excelente	0,02946 mg/l	No apta como FAA P	0,054644 mg/l	No apta como FAA P	0,005 mg/l	Potable - Excelente	0,005 mg/l	Potable - Excelente	0,005 mg/l	Potable - Excelente	0,005 mg/l	Potable - Excelente
Cadmio Total	0,0015 mg/l	Potable - Excelente	0,0015 mg/l	Potable - Excelente	0,0015 mg/l	Potable - Excelente	0,0015 mg/l	Potable - Excelente	0,0015 mg/l	Potable - Excelente	0,0015 mg/l	Potable - Excelente	0,0015 mg/l	Potable - Excelente
Cromo Total	0,0025 mg/l	Potable - Excelente	0,006514 mg/l	Potable - Excelente	0,055008 mg/l	No apta como FAA P	0,0025 mg/l	Potable - Excelente	0,0025 mg/l	Potable - Excelente	0,00325 mg/l	Potable - Excelente	0,0025 mg/l	Potable - Excelente

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Nombre	OCPBC4 377: La Mesa Arenosa		OCPBC43 67: Sistema de Infiltración de Aguas Residuales 1		OCPBC436 8: Sistema de Infiltración de Aguas Residuales 2		OCPBC63 17: Ejido Las Adelitas		OCPBC53 62: Pozo 15		OCPBC5 361: Pozo No. 3		OCPBC63 16: Ejido Islita	
	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación
Mercurio Total	0,00 25 mg /l	Potable - Exce lente	0,00 025 mg/l	Potable - Exce lente	0,000 25 mg/l	Potable - Exce lente	0,00 025 mg/l	Potable - Exce lente	0,00 025 mg/l	Potable - Exce lente	0,0 00 25 mg /l	Potable - Exce lente	0,00 025 mg/l	Potable - Exce lente
Plomo Total	0,0 02 5 mg /l	Potable - Exce lente	0,00 25 mg/l	Potable - Exce lente	0,014 883 mg/l	No apta com o FAA P	0,00 25 mg/l	Potable - Exce lente	0,00 25 mg/l	Potable - Exce lente	0,0 02 5 mg /l	Potable - Exce lente	0,00 25 mg/l	Potable - Exce lente
Manganeso Total	0,0 20 82 3 mg /l	Potable - Exce lente	0,51 737 mg/l	Puede afect ar la salu d	1,059 171 mg/l	Puede afect ar la salu d	0,06 2 mg/l	Potable - Exce lente	0,23 935 8 mg/l	Sin efect os en la salu d - Pued e dar color al agua	0,1 88 98 3 mg /l	Sin efect os en la salu d - Pued e dar color al agua	0,18 44 mg/l	Sin efect os en la salu d - Pued e dar color al agua
Valor de Hierr 9	0,0 62 21 9	Potable - Exce lente	1,32 329 9 mg/l	Sin efect os en la	6,492 019 mg/l	Sin efect os en la	0,01 25 mg/l	Potable - Exce lente	0,21 626 mg/l	Potable - Exce lente	0,0 51 70 2	Potable - Exce lente	0,11 8 mg/l	Potable - Exce lente

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Nombre	OCPBC4 377: La Mesa Arenosa		OCPBC436 67: Sistema de Infiltración de Aguas Residuales 1		OCPBC436 8: Sistema de Infiltración de Aguas Residuales 2		OCPBC63 17: Ejido Las Adelitas		OCPBC53 62: Pozo 15		OCPBC5 361: Pozo No. 3		OCPBC63 16: Ejido Islita	
	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación
o Total	mg /l			salud - Puede dar color al agua		salud - Puede dar color al agua					mg /l			
Contaminantes presentes en cumplimiento	-		ALC, CON DUC, AS, M N		ALC, COND UC, AS, CR, P B, MN		CONDUC,		CONDUC, DT, MN,		MN,		CONDUC, DT, MN,	
Semáforo														

- Disponibilidad media anual de agua subterránea

La disponibilidad media anual de agua subterránea del acuífero fue determinada por CONAGUA (2015) conforme a lo establecido en la NOM-011-CONAGUA-2015, aplicando la expresión:

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

$$\text{Disponibilidad media anual de agua subterránea} = \text{Recarga total} - \text{Descarga natural comprometida} - \text{Volumen concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua}$$

La disponibilidad media anual en el acuífero Valle de San Luis Río Colorado (2601) se calculó considerando una recarga media anual de 236,8 millones de metros cúbicos anuales; una descarga natural comprometida de 32,5 millones de metros cúbicos anuales y el volumen concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua al 20 de febrero del 2020 es de 297,6560 millones de metros cúbicos anuales, resultando una disponibilidad media anual de agua subterránea de -93,356000 millones de metros cúbicos anuales, lo cual indica que no existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones, por el contrario, se está extrayendo a costa del almacenamiento no renovable del acuífero (Diario Oficial de la Federación, 2020). Tabla IV.61.

Tabla IV.61. Disponibilidad media anual del acuífero Valle de San Luis Río Colorado clave 2601

Clave	Acuífero	R	DNCOM	VEAS	DAS
		Millones de metros cúbicos anuales			
2601	Valle de San Luis Río Colorado	236,8	32,5	297,6560	-93,356000

Nota: R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEAS: volumen de extracción de aguas subterráneas; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea

Nota. Cabe mencionar que la operación del Proyecto no consumirá agua del acuífero o de cualquier otra fuente superficial, esto debido a que se contempla el uso de agua cruda proveniente del sistema de descargas del municipio de San Luis Río Colorado para cubrir las necesidades temporales en las etapas del proyecto (Preparación del sitio y construcción).

El área del acuífero tiene como límites: al norte la Mesa la Fortuna, Mesa de Yuma, y el valle de Yuma pertenecientes al estado de Arizona, Estados Unidos; al oriente el acuífero Los Vidrios donde se extiende el Desierto de Altar y la zona Volcánica de la reserva ecológica “El Pinacate” en el estado de Sonora; hacia el sur del Golfo de California, y al poniente el acuífero Valle de Mexicali y el Delta del Río Colorado y la zona de inundación del Golfo de California que son parte del municipio de Mexicali, estado de Baja California. Geopolíticamente el acuífero se localiza dentro del municipio San Luis Río Colorado en el estado de Sonora.

El acuífero pertenece al Organismo de Cuenca II Noroeste y se encuentra sujeto a las disposiciones de dos decretos de veda. El primero rige en todo el acuífero, excepto en la porción

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

perteneciente al Distrito de Riego 014 “Río Colorado”, se denomina Municipio de San Luis Río Colorado, este territorio se encuentra sujeto a las disposiciones del “Decreto por el que se amplía, la zona vedada para el alumbramiento de aguas del subsuelo a que se refiere el Decreto de 16 de noviembre de 1955, a toda el área y extensión geopolítica del Municipio de San Luis Río Colorado, Son.”, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) del 22 de marzo de 1969. Este decreto es de tipo III, en las que la capacidad de los mantos acuíferos permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros.

El segundo decreto se denomina Distrito de Riego Río Colorado, rige en la porción occidental del acuífero, que pertenece a dicho distrito de riego, este territorio se encuentra sujeto a las disposiciones del “Decreto que establece normas y especificaciones para el aprovechamiento de aguas en el Distrito de riego del Río Colorado”, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 16 de diciembre de 1955. Este acuerdo es de tipo I, en las que no es posible aumentar las extracciones sin peligro de abatir peligrosamente o agotar los mantos acuíferos.

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2008, el municipio de San Luis Río Colorado se localiza en zona de disponibilidad 4. El usuario principal del agua es el sector agrícola. En el acuífero se localiza el Distrito de Riego 014, “Río Colorado”. No se ha constituido hasta la fecha el Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS).

La profundidad al nivel estático para agosto de 2005, varía entre 6 y 43 m, con un valor promedio de 22 m. De manera general, las mayores profundidades al nivel estático registran al norte del acuífero, en la batería de pozo y las menores hacia la costa.

Metodología y resultados de la determinación del Escurrimiento superficial de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado.

El escurrimiento superficial se calculó a partir del llamado coeficiente de escurrimiento que representa el porcentaje de agua de precipitación que escurre sobre la superficie hasta acumularse en los cuerpos de agua o seguir a través de corrientes superficiales (NOM-011-CNA-2000) y se calcula mediante la fórmula:

$$C_e = V_e / V_p$$

Donde;

C_e= Coeficiente anual de escurrimiento

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Ve= Volumen de escurrimiento anual

Vp= Volumen de precipitación obtenido de la multiplicación de los valores de precipitación por el área

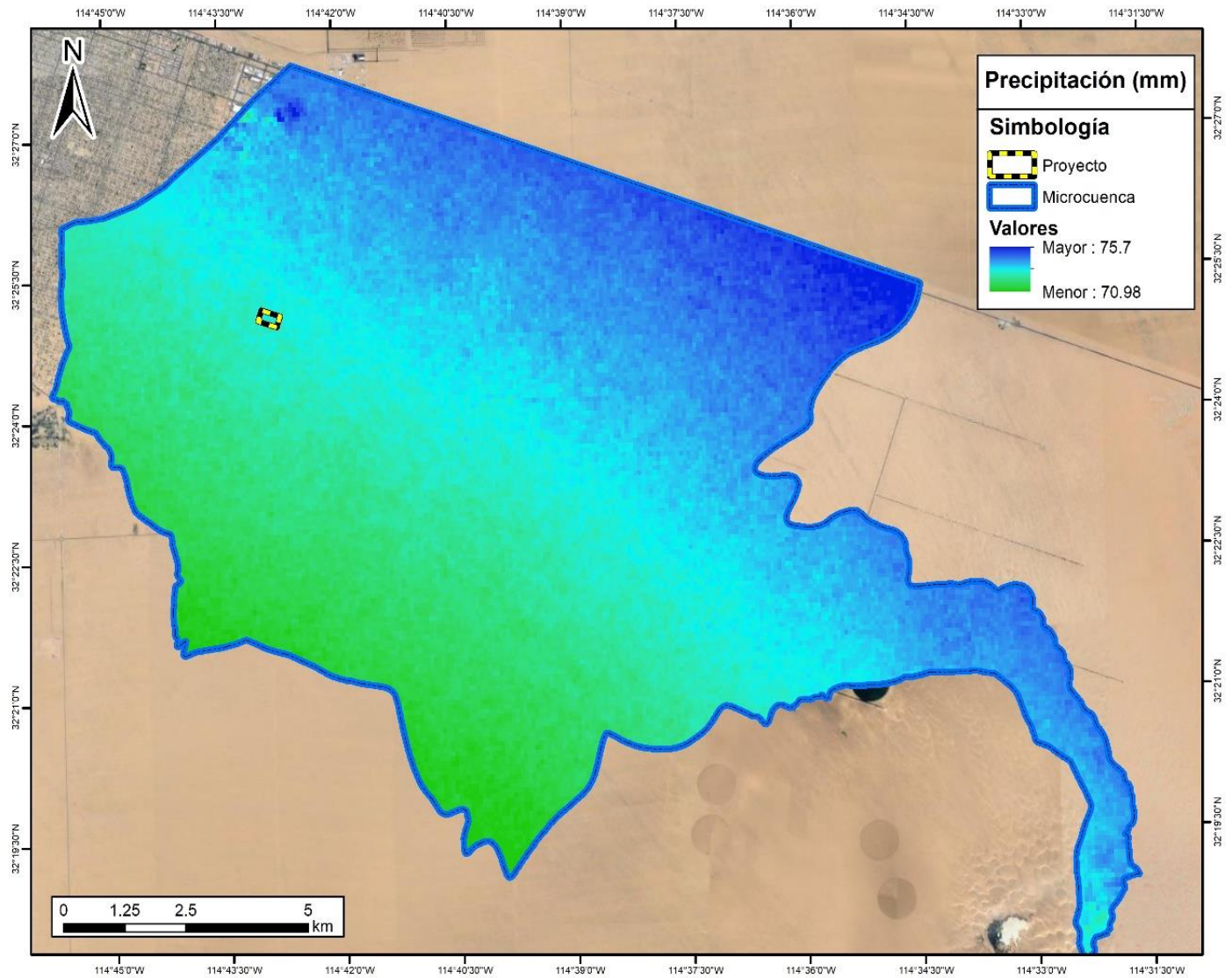
A partir de esta fórmula el coeficiente de escurrimiento se obtuvo por la sustitución de valores:

$$Ve= Ce * Vp$$

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



Mapa IV.32. Isoyetas de estaciones meteorológicas en la región de estudio

Los valores del coeficiente de escurrimiento fueron tomados de la NOM-011-CNA-2000, incluyendo las recomendaciones de los valores K en función del tipo y uso de suelo, (tabla IV.62).

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Tabla IV.62. Valores de K en función del tipo de suelo.

Si K resulta menor o igual que 0.15	$Ce = K (P - 250) / 2000$
Si K es mayor que 0.15	$Ce = K (P - 250) / 2000 + (K - 0.15) / 1.5$

Tipo de Suelo	Características
A	Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos
B	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loess; algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos
C	Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas

Este criterio se aplicó a las características de unidades y combinaciones edáficas registradas para la zona de la subcuenca, considerando características de textura y fase física en la comparación de valores de permeabilidad reportados por Fitz Patrick (1984) y FAO – ONU (1979).

Tabla IV.63. Identificación de valores de permeabilidad en unidades y combinaciones edáficas a partir de clase textural y referencias bibliográficas.

Combinación / unidad edáfica	FASE	Descripción	Permeabilidad
Be / 2	Dúrica	Cambisol éutrico Textura media	B
Be + Re / 1	Gravosa	Cambisol éutrico + Regosol éutrico Textura gruesa	A
Ck + Vp / 3	Lítica profunda	Chernozem háplico + Vertisol pélico Textura fina	A
E / 2	Lítica	Rendzina Textura media	B
E / 3		Rendzina Textura fina	A
E + Hc + l / 2	Lítica	Rendzina + Feozem calcárico + Litosol Textura media	B
E + l / 2	Lítica	Rendzina + Litosol Textura media	B
E + l / 3	Lítica	Rendzina + Litosol Textura fina	B
E + Vp / 2	Lítica	Rendzina + Vertisol pélico Textura media	B

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Combinación / unidad edáfica	FASE	Descripción	Permeabilidad
Hc + Ch + Vp / 2	Gravosa	Feozem calcárico + Chernozem háplico + Vertisol pélico Textura media	A
Hc + Vp / 2		Feozem calcárico + Vertisol pélico Textura media	B
Hh / 2	Gravosa	Feozem háplico Textura media	A
Hh + Re + Vp / 2	Lítica	Feozem háplico + Regosol éutrico + Vertisol pélico Textura media	B
Hh + Vp + Re / 2	Lítica	Feozem háplico + Vertisol pélico + Regosol éutrico Textura media	B
Jc + Hc / 2	Gravosa	Fluvisol calcárico + Feozem calcárico Textura media	A
Je + Hh / 1	Gravosa	Fluvisol éutrico + Feozem háplico Textura gruesa	A
Kk + Kh / 2	Lítica	Castañozem cálcico + Castañozem háplico Textura media	B
I + E / 2		Litosol + Rendzina Textura media	B
I + E / 2	Lítica	Litosol + Rendzina Textura media	B
I + Hh / 2		Litosol + Feozem háplico Textura media	B
Rd + Vp / 3	Dúrica	Regosol dístrico + Vertisol pélico Textura fina	A
Re / 1	Gravosa	Regosol éutrico Textura gruesa	A
Re + Hh / 1	Gravosa	Regosol éutrico + Feozem háplico Textura gruesa	A
Re + Hh / 2	Gravosa	Regosol éutrico + Feozem háplico Textura media	A
Re + Hh / 2	Lítica	Regosol éutrico + Feozem háplico Textura media	B
Re + Vp / 2	Lítica	Regosol éutrico + Vertisol pélico Textura media	B
Th + I / 1	Gravosa	Andosol húmico + Litosol Textura gruesa	A
To / 2	Gravosa	Andosol ócrico Textura media	A
Vp / 3	Gravosa	Vertisol pélico Textura fina	B
Vp + Ch / 3		Vertisol pélico + Chernozem háplico Textura fina	C
Vp + Hh / 3		Vertisol pélico + Feozem háplico Textura fina	C

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Combinación / unidad edáfica	FASE	Descripción	Permeabilidad
Vp + Re / 3	Gravosa	Vertisol pélico + Regosol éutrico Textura fina	B

Tabla IV.64. Sub-clasificación de la permeabilidad a partir de los usos.

Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.3
Cultivos en hileras	0.24	0.27	0.3
Legumbres o rotación de pradera	0.24	0.27	0.3
Granos pequeños	0.24	0.27	0.3
Pastizal > 75% cubierto o pastoreo	0.14	0.2	0.28
Pastizal 50% a 75% pastoreo regular	0.2	0.24	0.3
Pastizal < 50% pastoreo excesivo	0.24	0.28	0.3
Bosque > 75% cubierto	0.07	0.16	0.24
Bosque 50% a 75% cubierto	0.12	0.22	0.26
Bosque 25% a 50% cubierto	0.17	0.26	0.28
Bosque < 25% cubierto	0.22	0.28	0.3
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Caminos	0.27	0.3	0.33
Pradera permanente	0.18	0.24	0.3
Cuerpos de agua	0	0	0

Fuente NOM-011-CNA-2000.

Con la aplicación del modelo se obtuvieron los volúmenes de escurrimiento agrupados en una clase, (tabla IV.65), (mapa IV.33).

Tabla IV.65. Rangos de escurrimiento en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental. Las cifras de los rangos expresan los milímetros de precipitación anuales por metro cuadrado que no son aprovechados por cobertura vegetal o filtrados a subsuelo.

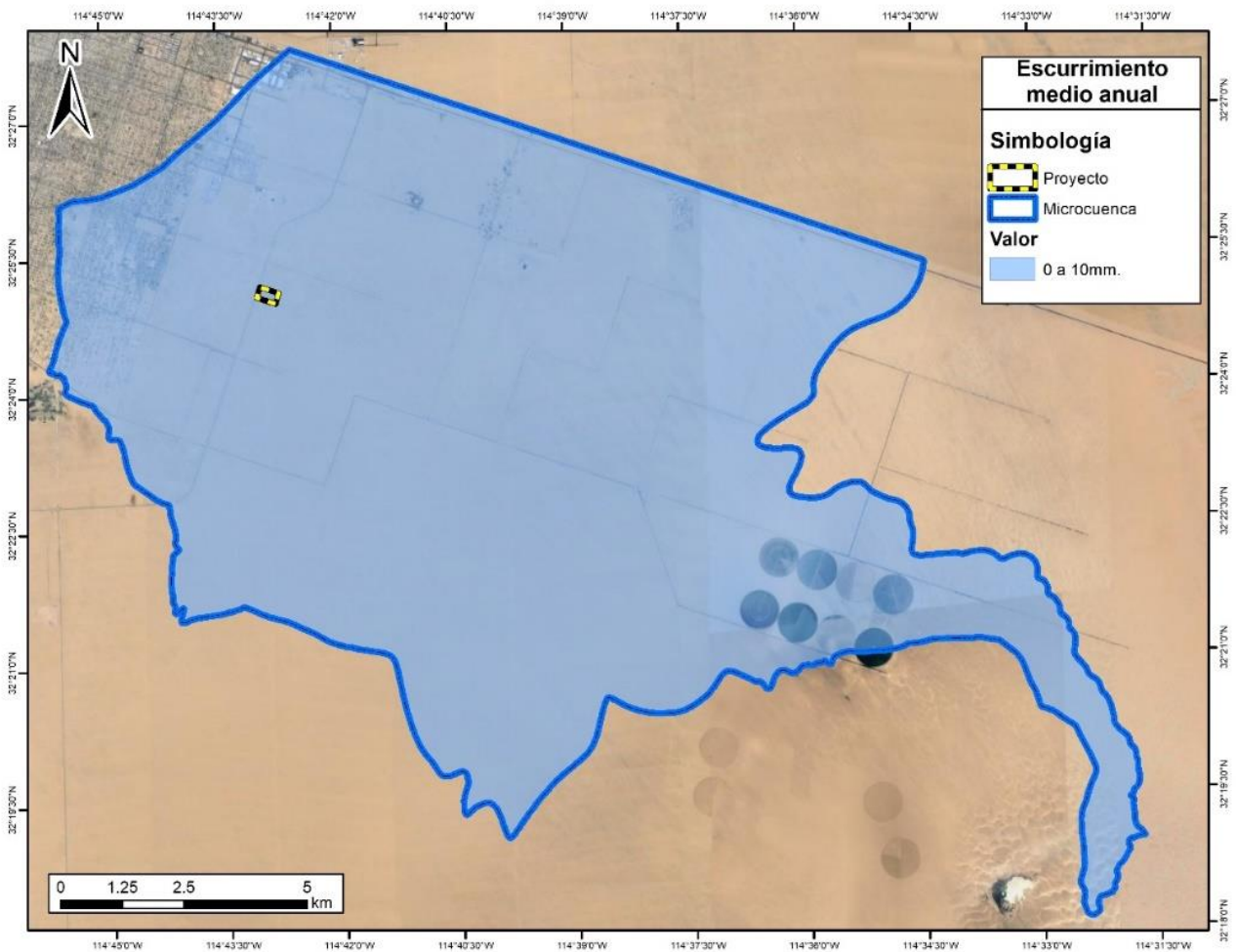
DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Rangos de escurrimiento	Cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental	
	Área (ha)	%
0 - 10	18,077.33	100

Establecidos los valores y ubicación de áreas con los volúmenes de escurrimiento expuestos, se procedió al análisis del proceso de infiltración hídrica y de recarga potencial al acuífero.



Mapa IV.33. Volúmenes de escurrimiento en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Metodología y resultados de la determinación de la infiltración de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental).

Para el cálculo de la infiltración hídrica se empleó la ecuación de Schosinsky y Losilla (2000 y 2006), utilizando valores de precipitación normal mensual, valores de infiltración básica de suelos, tipo de cobertura vegetal y porcentaje de pendiente existentes en el área de análisis.

Diversas fuentes bibliográficas señalan a dicha ecuación como la más apropiada cuando se carece de información sobre los parámetros arriba señalados. Sin embargo, al igual que la ecuación del coeficiente de escurrimiento propuesta en la NOM-011-CNA-2000, se limita al análisis de resultados inferiores a la unidad como valor máximo, aun cuando el cálculo sea superior a 1 y donde todos sus componentes son adimensionales:

$$C_i = K_p + K_v + K_{fc}$$

Dónde:

K_p = Fracción que se infiltra por efecto de pendiente

K_v = Fracción que se infiltra por efecto de cobertura vegetal

K_{fc} = Fracción que infiltra por textura del suelo

La variable K_{fc} condiciona su valor a la cantidad de precipitación, ya que cuando es menor a 16 mm/día, el valor f_c o de infiltración básica del suelo es integrado a la operación: $K_{fc} = 0.0148 f_c / 16$.

Por otro lado si el valor f_c se obtiene de registro con valores que oscilan entre los 16 y 1568 mm/día, entonces es integrado a la operación $K_{fc} = 0.267 \ln(f_c) - 0.000154 - 1.723$.

Por último si el valor de la precipitación es superior a 1568 mm/día, la constante $K_{fc} = 1$

El valor f_c se obtiene en pruebas de campo con anillos en la superficie de terreno o por el método del permeámetro de Guelph, ambas pruebas aplicadas a una profundidad no mayor de 30 cm.

No obstante la validez de la ecuación de Schosinsky y Losilla, se otorga mayor valor de importancia al efecto de pendiente y a las características de la cobertura vegetal de la zona de estudio.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

De esta manera los valores de f_c se obtuvieron de estudios realizados en la región y comparados con los componentes propuestos por Schosinsky y Losilla, (tabla IV.66), para posteriormente aplicarlos a los tipos de vegetación y uso de suelo actuales para la región.

Tabla IV.66. Coeficientes de escurrimiento en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental.

Kp= efecto de pendiente		
Pendiente	Valor porcentual	Kp
Muy plana	0.02% a 0.06%	0.30
Plana	0.% a 0.4%	0.20
Algo plana	1% a 2%	0.15
Promedio	2% a 7%	0.10
Fuerte	Mayor a 7	0.06
Kv = efecto de cobertura vegetal		
Tipo de cobertura	Condición	Kv
Pastizales	Menos de 50%	0.09
Pastizales	Mas del 75%	0.21
Cultivos anuales o de riego	Activos	0.10
Pastizal natural		0.18
Bosque		0.20
Kfc= efecto de filtración por textura de suelo		
Arcilla compacta impermeable		0.100
Combinación de limo y arcilla		0.200
Suelo limo-arenoso no muy compacto		0.400

Para el análisis de pendiente, fueron asignados los valores correspondientes mediante el uso de un modelo de elevación digital, ajustando la clasificación de pendientes a la escala Kp de la tabla IV.67.

Una vez obtenido el coeficiente de escurrimiento, se procedió a la determinación de los volúmenes de infiltración promedio anual (mm/año) mediante la ecuación:

$$P_i = (C_i) (P - R_{et})$$

Donde P_i = Precipitación que infiltra al suelo (mm/año)
 C_i = Coeficiente de infiltración (adimensional)

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

P= Precipitación (promedio de mm/mensuales)

Ret= Retención de lluvia por follaje (promedio de mm/mensuales)

Los resultados fueron agrupados en tres clases.

Tabla IV.67. Volúmenes de infiltración actual en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental.

Rangos de infiltración	Cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental	
	Área (ha)	%
20-30	18,077.33	100

El cálculo de los volúmenes de infiltración fue procesado a su vez en el cálculo de recarga potencial de acuíferos con la siguiente ecuación:

$$R_p = P_i + K_Hs - ETP$$

Dónde : RP= Recarga potencial anual a partir de valores mensuales

Pi= Volumen de infiltración

KHs = Constante de 10.8 propuesta para humedad de suelos Vertisoles y Feozems de la región.

ETP = Evapotranspiración potencial a partir de registros mensuales de precipitación y porcentaje de horas luz solar en estaciones climatológicas con historial de 30 años empleando la fórmula:

$$ETP (mm/mes) = (8,10 + 0,46T) P_s$$

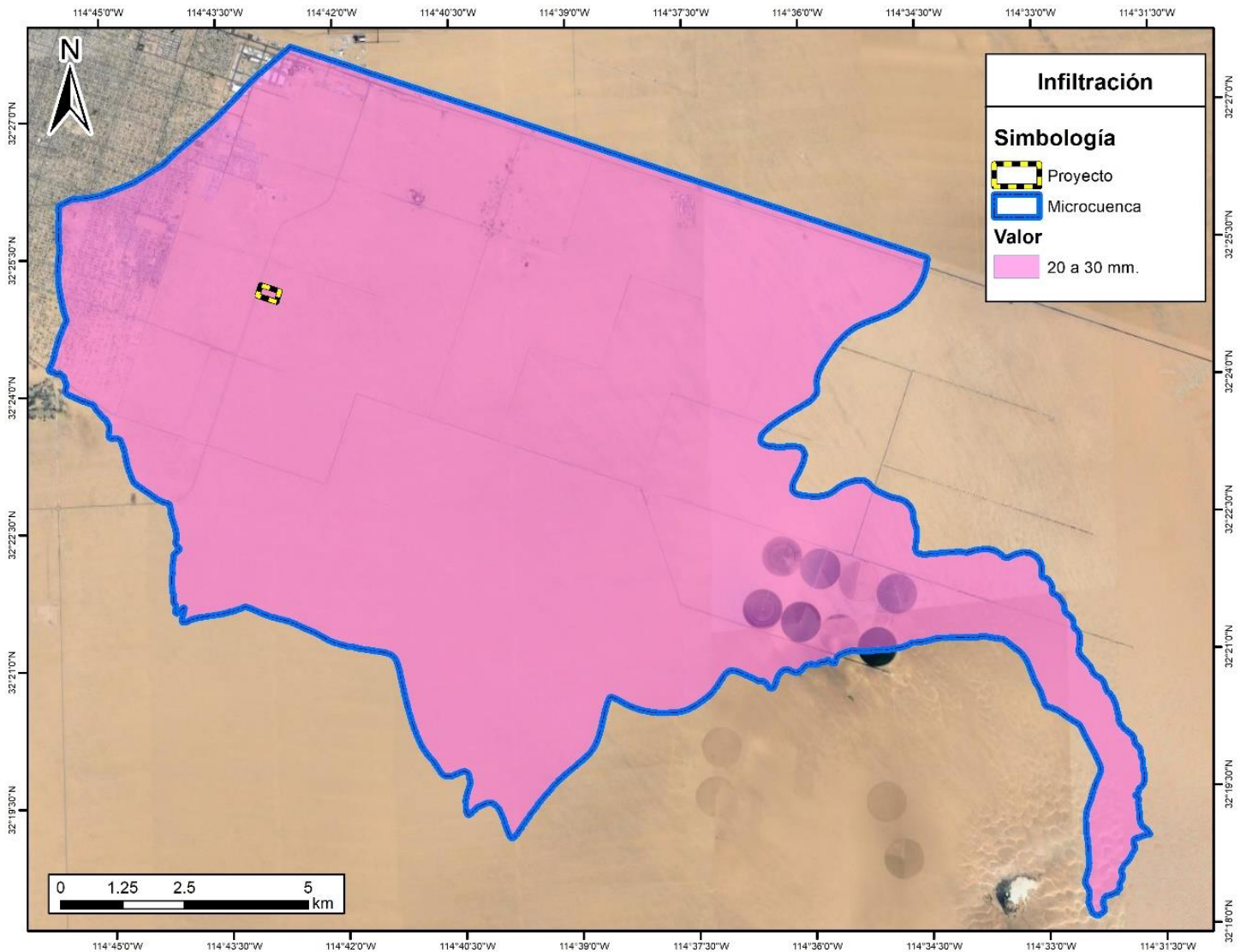
Dónde: T= Temperatura normal mensual (°C)

Ps= Porcentaje de horas luz solar mensual con respecto al año

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



Mapa IV.34. Volúmenes de infiltración en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental obtenidos a partir de pendiente, cobertura vegetal, y características de suelo.

Los resultados de la ecuación (tabla IV.49 muestran que los volúmenes de recarga potencial dependen de múltiples factores (pendiente, cobertura, tipo de suelo y régimen termo pluviométrico).

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

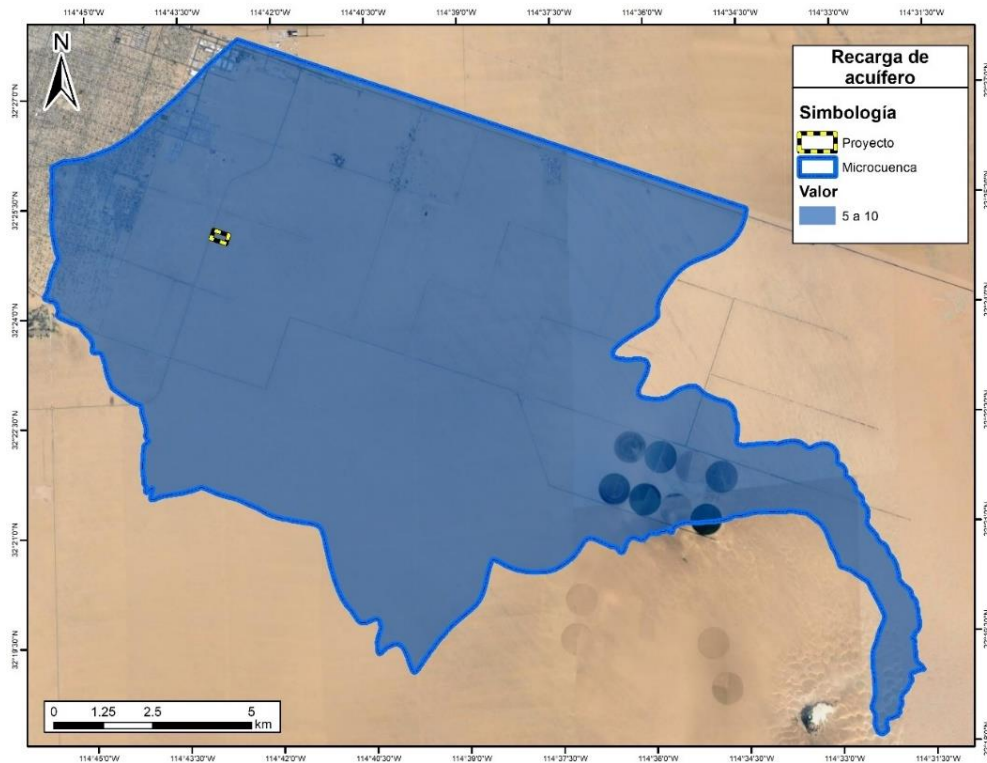
MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Tabla IV.68. Volúmenes de recarga al acuífero en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental.

Rangos de Recarga	Cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental	
	Área (ha)	%
5-10	18,077.33	100

En este sentido la disminución de los valores de recarga marcados con gama roja, se asocian con altos índices de evapotranspiración, el cual se vincula con el régimen térmico de la región, (mapa IV.35).



Mapa IV.35. Volúmenes de recarga potencial al acuífero en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Metodología y resultados de la determinación de la infiltración del predio de la obra en proyecto.

El escurrimiento superficial es la parte de la precipitación que se mueve sobre los terrenos de manera laminar y que, al acumularse en las zonas más bajas del terreno, forma pequeños arroyos que alimentan a las corrientes intermitentes para que éstas a su vez alimenten a los ríos. Cuando este escurrimiento ocurre en suelo desprotegido, provoca erosión en forma de canalillos que finalmente constituyen cárcavas.

En la planeación de trabajos de conservación y restauración de suelos, ya sea para la construcción de obras de captación de agua *in situ* o en aquellas construidas en cárcavas, es necesario conocer el comportamiento de los escurrimientos superficiales de cada área.

Esta información es útil para obtener datos para planear obras de conservación de suelos, manejo y captación de agua de lluvia, y promover la elección de las obras más apropiadas para conservar y restaurar los suelos.

Dentro de los beneficios que aportan las obras de captación de agua de lluvia propuestas, está el de favorecer la infiltración, tal efecto, es consecuencia de la disminución de la escorrentía o escurrimiento superficial que se genera al conformar obstáculos, por otra parte, al retener suelo, cuesta arriba se inicia la revegetación con especies herbáceas principalmente, las cuales, establecen por lo general una cobertura de hasta el 100.0 %, incrementando así, la capacidad de infiltración.

Los valores que componen el coeficiente de infiltración están en función a análisis de índices de escorrentía sugeridos por Ven Te Chow (1994). En estos índices, se considera que el coeficiente de infiltración aparente (1-coeficiente de escorrentía) disminuye aproximadamente en 0.04 al pasar la pendiente del terreno entre 2 y 7% a superiores de 7%. Los terrenos con una pobre cubierta de zacates o herbáceas (menos del 50%) tienen un coeficiente de infiltración levemente superior al de los terrenos cultivados, aumentando aproximadamente en 0.01 en los terrenos cultivados. Además, los terrenos con cubierta de zacate o herbáceas (más del 75%) o cubiertos con bosque, tienen coeficientes de infiltración similares entre sí, disminuyendo aproximadamente en 0.01 en terrenos con bosque. Los terrenos cubiertos con pastizal o herbáceas disminuyen el coeficiente de infiltración aproximadamente en 0.02 con respecto al bosque.

De la lluvia que llega a la superficie del suelo, una fracción de ella infiltra, otra escurre y una pequeña fracción queda en charcos, que termina evaporándose o infiltrando. Sin embargo, la única fracción de lluvia con potencial a infiltrarse es la que llega a la superficie del suelo. Otra fracción de lluvia a considerar, es la interceptada por el follaje de plantas. Se estima que en cada aguacero,

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

el follaje venciendo la gravedad y el viento, intercepta cerca de 1.3 mm. Sin embargo, el follaje intercepta generalmente el 12% de la lluvia anual (Butler, 1957). Tomando como base los criterios anteriores y considerando los coeficientes de la ONU, se proponen los siguientes coeficientes de infiltración:

Para estimar la cantidad de agua que potencialmente se infiltra en un área determinada el manual de instrucciones de estudios hidrológicos realizado por las Naciones Unidas, proponen la siguiente ecuación para el análisis del coeficiente de infiltración aparente, que corresponde a la fracción de lluvia que aparentemente se infiltra:

C = COEFICIENTE DE INFILTRACIÓN: El Coeficiente de infiltración se calcula de la siguiente forma:

$$C = k_{fc} + k_p + k_v.$$

Donde:

K_{fc} = Coeficiente del tipo del suelo;

K_p = Coeficiente de pendiente;

K_v = Coeficiente del uso del suelo.

CÁLCULO DEL KFC: Refleja la permeabilidad del suelo. Rocas impermeables o suelos arcillosos impiden la recarga; al contrario, suelos recientes, no compactados y arenosos facilitan la infiltración. Se debe considerar también la situación geológica, como las fallas tectónicas, que facilitan la infiltración.

Tipo de suelo	K _{fc}
Textura fina	0.10
Textura media	0.15
Textura gruesa	0.20

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

CÁLCULO DE Kp: Es un factor sumamente importante porque se relaciona directamente con la escorrentía de agua superficial que no llega al acuífero. A través de un mapa topográfico se asigna a cada zona de estudio un coeficiente de pendiente Kp.

Pendiente	Kp
0 a 1%	0.40
1 a 15%	0.15
15 a 30%	0.10
30 a 50%	0.07
50 a 70%	0.05
Mayor a 70%	0.01

CÁLCULO DE Kv: Es un factor importante y el más cambiante en el cálculo de la recarga. En la obtención del coeficiente se inicia con la determinación de la evapotranspiración sobre los suelos con diferentes usos. Un uso inadecuado del suelo puede reducir la recarga acuífera hasta un 50%.

Valores de la variable Kv Fracción que infiltra por efecto de cobertura vegetal	
0.09	Cobertura con zacate o herbáceas (menos de 50%)
0.10	Terrenos cultivados
0.18	Cobertura con pastizal o herbáceas (de 50 a 75%)
0.20	Bosque, selvas y matorrales
0.21	Cobertura con zacate o herbáceas (más del 75%)

Para determinar el agua que potencialmente se infiltra se emplea la siguiente expresión:

$$I = (1 - Ki)CP$$

$$I = (0.88)CP \quad (2)$$

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Donde:

C = Coeficiente de infiltración

I = Infiltración

Ki = 0.12 fracción interceptada por el follaje

P = Precipitación (media anual)

a) Cantidad de agua que se infiltra actualmente (sin proyecto) (Escenario 1).

Retomando los valores propuestos por la ONU, tenemos que posterior a la implementación de las obras de conservación, las variables tomarán los siguientes valores para cada tipo de vegetación (tabla IV.69):

Tabla IV.69. Cálculo del escenario 1.

Tipo de vegetación	Kfc	Kp	Kv	C
Vegetación de desiertos arenosos	0.20 (suelo regosol calcárico (Rc) y una textura gruesa)	0.15 (se tomó este valor debido a que la mayor parte del predio en estudio presentan pendientes de 1 a 15%)	0.20 (matorral)	0.55

Tenemos que la precipitación es una constante por lo que la infiltración quedaría determinada por la expresión:

$$I = (0.88)CP$$

Para la estimación de esta variable, se tomó el valor de precipitación media anual para lo cual en el área del predio sujeto al CUSTF, reporta una precipitación media anual de **84.8 mm**, de acuerdo con datos de las normales climatológicas publicadas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CNA), para la estación 00026087 San Luis Río Colorado (GDE), para el periodo 1951-2010.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Tabla IV.70. Cálculo del escenario 1.

Tipo de vegetación	Agua potencialmente se infiltraría en el área sujeta a CUSTF EN CONDICIONES ACTUALES (I)/ha	Superficie del proyecto que requiere CUSTF m ²	Cantidad de agua que potencialmente se infiltra en la superficie para la cual se solicita el CUSTF m ³	Expresado en m ³ /ha/año
Vegetación de desiertos arenosos	$I = (0.88) \cdot 0.55 \cdot 84.8 \text{ mm}$ = 41.043 mm	90000.00	3,693,888.00	3,693.89

b) Infiltración con proyecto (Escenario 2).

Las variables tomarían los siguientes valores:

Tabla IV.71. Caracterización del escenario 2.

Tipo de vegetación	<i>K_{fc}</i>	<i>K_p</i>	<i>K_v</i>	<i>C</i>
Vegetación de desiertos arenosos	0.20 (suelo regosol calcárico (Rc) y una textura gruesa)	0.15 (se tomó este valor debido a que la mayor parte del predio en estudio presentan pendientes de 1 a 15%)	0.00 (Desprovisto de vegetación)	0.35

Tenemos que la precipitación es una constante por lo que la infiltración quedaría determinada por la expresión:

$$I = (0.88)CP$$

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Para la estimación de esta variable, se tomó el valor de precipitación media anual para lo cual en el área del predio sujeto al CUSTF, reporta una precipitación media anual de **84.8 mm**, de acuerdo con datos de las normales climatológicas publicadas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CNA), para la estación 00026087 San Luis Río Colorado (GDE), para el periodo 1951-2010.

Tabla IV.72. Cálculo del escenario 2

Tipo de vegetación	Agua potencialmente se infiltraría en el área sujeta a CUSTF EN CONDICIONES ACTUALES (I)/ha	Superficie del proyecto que requiere CUSTF m ²	Cantidad de agua que potencialmente se infiltra en la superficie para la cual se solicita el CUSTF m ³	Expresado en m ³ /ha/año
Vegetación de desiertos arenosos	$I = (0.88) * 0.35 * 84.8 \text{ mm}$ = 26.118 mm	90000.00	2,350,656.00	2,350.66

Si comparamos la cantidad de agua que actualmente se infiltra en la superficie para la cual se solicita el CUSTF y la que se infiltraría una vez que se haya ejecutado el cambio de usos de suelo, notamos una disminución de:

Tabla IV.73. Comparativo del escenario 1 y 2.

Tipo de vegetación	Agua potencialmente se infiltraría en el área sujeta a CUSTF EN	Superficie del proyecto que requiere CUSTF m ²	Cantidad de agua que potencialmente se infiltra en la superficie para la

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

	CONDICIONES ACTUALES (I)/ha		cual se solicita el CUSTF m ³
Vegetación de desiertos arenosos	3,693.89	2,350.66	1,343.23
Total	3,693.89	2,350.66	1,343.23

Al hacer la comparación de la infiltración después del CUSTF en el tipo de vegetación entes señalado, podemos notar que se reducirá **1,343.23 m³/año (3,693.89 – 2,350.66)** de infiltración de agua en la superficie forestal del predio de la obra del proyecto en estudio, sujeta a CUSTF de la obra en estudio. Para el cual se deberán proponer medidas que lograrán mitigar la disminución de la infiltración ocasionada por la remoción de la vegetación, esto debido a la disminución de la cobertura de vegetación herbácea y pastos en la superficie con suelo retenido.

c) Infiltración con las obras de conservación de suelos y captación de agua e infiltración (Escenario 3).

Las variables tomarían los siguientes valores:

Tabla IV.74. Cálculo del escenario 3.

Tipo de vegetación	INFILTRACIÓN EN CONDICIONES ACTUALES m ³ /año	INFILTRACIÓN POSTERIOR A LA EJECUCIÓN DEL CUSTF m ³ /año	Volumen de infiltración que se reducirá con el CUSTF m ³ /año
Vegetación de desiertos arenosos	3,693.89	2,350.66	1,343.23

Al hacer la comparación de la infiltración después de la implementación de la obra de conservación de suelos con lo que se infiltraría con la posible ejecución del CUSTF (**1,343.23 m³/año**), este es el volumen que se deberá mitigar con la implementación de las medidas de mitigación propuestas.

En base a lo anterior como medida de mitigación principal del proyecto en estudio es la construcción de zanjas bordo de 20 m de largo, 0.5 m de ancho y 0.5 m de profundo (captaran 5 m³/año cada una) y el número de eventos de lluvia al año, para el periodo 1951-2010 son **11.90**, de acuerdo con datos de las normales climatológicas publicadas por el servicio meteorológico nacional (SMN-CNA), para la estación meteorológica 00026087 San Luis Río Colorado (GDE).

Por lo que calculando la capacidad de campo del tipo de suelo y las condiciones topográficas del área propuesta para dichas obras de captación e infiltración, se estima colocar **2.0** zanjas bordo por hectárea como máximo.

Considerando que para esta zona de requieren **2.0 zanjas bordo** por evento por hectárea y que hay **11.9 eventos** de lluvia al año del área propuesta a realizar obras de infiltración, la cual se ubicará en el tramo de la estación meteorológica 00003143 Las Palmas, se calcula que una hectárea logrará captar o infiltrar:

Vol = No zanjas/ha x No eventos/año x vol captado/zanjas = vol. Captación/año/ha

Vol = 2.0 x 11.9 x 5.0

Vol = 119.0 m³/año/ha

Considerando al volumen actual que se infiltra para la CCI Parque Industrial = 3,693.89 m³/año, menos el volumen que se infiltrará posterior a la posible ejecución del CUSTF para la CCI Parque Industrial = 2,350.66 m³/año, resulta una demasía o diferencia de volumen de infiltración que se reducirá con el posible CUSTF m³/año de aproximadamente **1,343.23** m³/año, volumen que deberá ser mitigado al 100%.

Por lo que se requerirá una superficie de aproximadamente **3.0 ha**, en las cuales se construirán **6.0 zanjas** bordo la cuales logran captar e infiltrar aproximadamente **19.40 m³/año por evento**, **que multiplicado por los 11.90 eventos al año, se logrará captar 1,385.16 m³/año en las 3.0 ha propuestas.**

El cual se refleja en el escenario 3 en donde comparado con la condición posterior al posible CUSTF (con proyecto) habrá un incremento real y final de infiltración de **41.93 m³/año (1,343.23 – 1,385.16 m³/año)**, el cual es minimizado al 100% con estas obras de captación de agua e infiltración propuestas para este proyecto.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Por lo que se concluye que el desarrollo del proyecto, **No disminuye la Captación del agua**, siempre y cuando se establezcan de manera adecuada y oportuna las medidas propuestas.

Como se aprecia, el valor de la infiltración potencial con las obras de conservación es mayor incluso al actual, situación entendible pues es bien sabido que las áreas con vegetación herbácea con coberturas de hasta 100%, tienen una mayor capacidad de infiltración que las áreas boscosas, pues en las áreas con dominancia de cobertura arbustiva, al saturarse el estrato dominante, las gotas caen con fuerza al suelo hasta formar pequeños pero constantes hilos de agua que escurren aguas abajo.

En relación a la calidad del agua, los argumentos que muestran que no se compromete este atributo del recurso se sustentan en los siguientes hechos:

- 👉 El desarrollo del proyecto no contempla dentro de su proceso constructivo el uso de sustancias químicas que pudieran en su caso, modificar las propiedades físico-químicas y biológicas del recurso.
- 👉 No se plantea la construcción de estructuras de soporte sobre los afluentes ni cerca de las riberas de los mismos.
- 👉 Se mantendrá un estricto programa de manejo de residuos sólidos a fin de evitar que la basura que se genere en los diferentes frentes de trabajo.

Tales consideraciones, garantizan la no modificación de la calidad del recurso hídrico en el área del proyecto. Bajo los argumentos anteriores, puede señalarse que el proyecto **no causa el deterioro de la cantidad y calidad del agua**.

AIRE

El componente aire cuyo gas constituye la atmósfera terrestre, compuesto principalmente por oxígeno y nitrógeno, y por otras cantidades variables de gas argón, vapor de agua y anhídrido carbónico, es esencial para la vida en el planeta. Sin embargo, su calidad en ciertas áreas o zonas urbanas esta determinada por la contaminación atmosférica y es un problema que se presenta generalmente en los grandes centros urbanos, en donde se concentra la población y se consumen grandes cantidades de combustibles ya sea por la industria, los vehículos automotores, los comercios y servicios, así como las actividades propias de las zonas urbanas, suburbanas y agroindustriales.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

La ciudad de San Luis Río Colorado es una de las once zonas urbanas más importantes del estado de Sonora. De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI, este municipio cuenta con una población de 199 021 habitantes, lo que representa el 6,75 % del estado de Sonora. El Programa de gestión para mejorar la calidad del aire (ProAire) del estado de Sonora (2017-2026), las principales actividades y fuentes que generan contaminación atmosférica en el municipio de San Luis Río Colorado son los caminos no pavimentados, quemas agrícolas, al uso de vehículos (camionetas tipo pick up). En la tabla IV.75, se indican las cantidades que emiten diferentes fuentes por tipo de contaminante que afecta la calidad del aire en el SAR o CHF.

Tabla IV.75. Porcentaje de emisiones por categoría

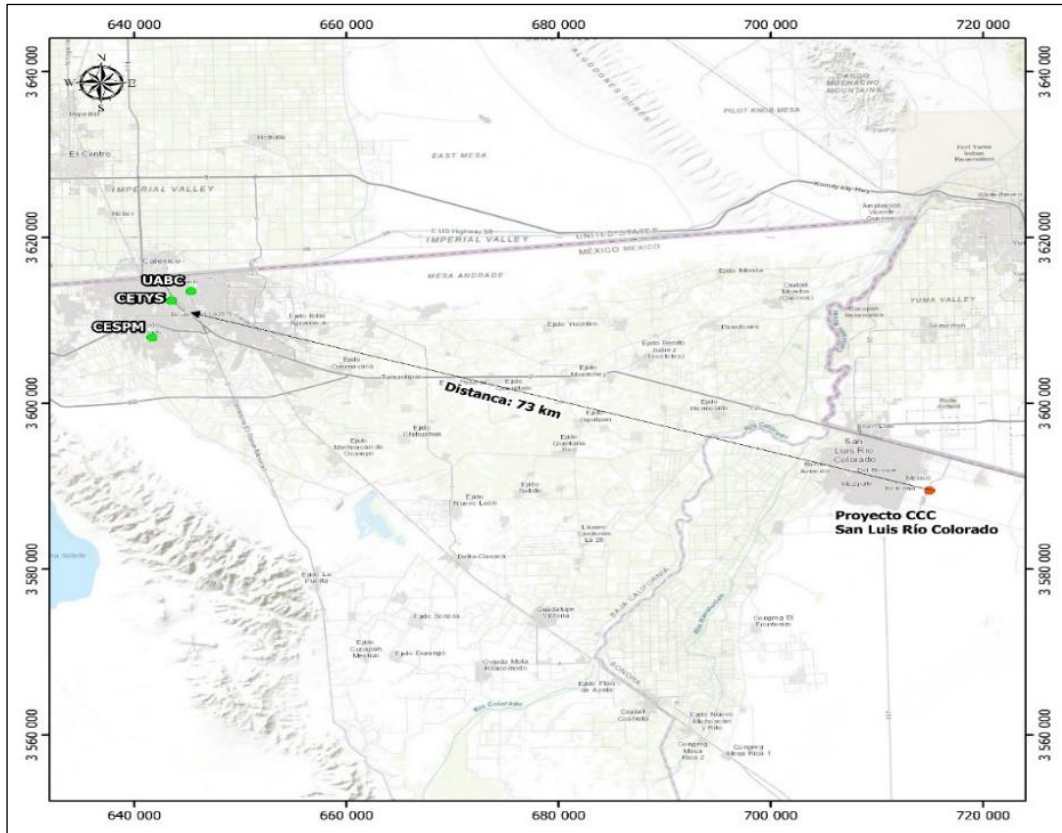
Categoría	Porcentaje de emisión (%)				
	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	NOx	CO
Caminos no pavimentados	27,5				
Labranza agrícola	25,1	13,6			
Quemas agrícolas	17,1	39,7	26,0		16,2
Caminos pavimentados	16,5				
Ladrilleras	11,5				
Autos particulares y taxis			27,6	23,6	36,6
Camionetas y pick up			24,4	24,7	36,5
Vehículos >3 ton y tractocamiones				23,4	
Autobuses				10,7	
Otras	13,8	35,2	22,0	17,6	10,7
Total	100	100	100	100	100

La calidad del aire en la región del SAR o CHF es medida por el sistema de monitoreo atmosférico en el municipio de San Luis Río Colorado, al igual que el Sistema Nacional de Información de la Calidad de Aire (SINAICA), estas instituciones mencionan que solo existe una estación automática de monitoreo (Pozo 10 de COMAPA), sin embargo, solo mide ozono (O₃) por lo que para estimar la concentración de fondo en el SAR se empleó la información del sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de Baja California, ubicada en la ciudad de Mexicali a 73 km al oeste del AP. Dicha red cuenta con tres estaciones denominadas UABC, COBACH y CESPM (mapa IV.36).

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



Mapa IV.36.

Ubicación de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire en la ciudad de Mexicali.

Para corregir la estimación de concentración de fondo en el SAR se utilizó información satelital de la NASA a través del portal Giovanni que provee información de varios satélites para todas las zonas del mundo. Se calculó la concentración anual de NO₂ en la tropósfera para el año 2018, a través de las imágenes satelitales provenientes del OMI OMNO2d v003 con una resolución diaria de 0,25 grados. Asimismo, se determinó el promedio de los valores máximos registrados en las estaciones de monitoreo mencionadas. Resultado de ello, se obtuvo una concentración de fondo de 87,98 µg/m³ de NO₂.

Para evaluar el impacto a la calidad del aire en el **SAR** o **CHF** por la operación del Proyecto, se calcularon las máximas concentraciones de NO₂ para posteriormente compararlas con la Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993 que regula dicho contaminante en materia de salud y, de

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

esta manera, determinar la viabilidad del Proyecto. Para ello, se aplicó la modelación numérica de las concentraciones en el ambiente, empleando el modelo de dispersión atmosférica AERMOD avalado y recomendado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (EPA); mientras que para la información meteorológica se usó el modelo meteorológico de última generación Weather Research and Forecasting (WRF), correspondiente al año 2018. Los resultados de la modelación se presentan en la tabla IV.76.

Tabla IV.76. Estimación del impacto a la calidad del aire por la operación del Proyecto

Escenario	Indicador	Máxima aportación del Proyecto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Calidad del aire final ⁽¹⁾ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Porcentaje con respecto a la norma ⁽²⁾
1.- Ciclo abierto	NO ₂	18,95	106,93	-72,9
2.- Ciclo combinado	NO ₂	91,37	179,32	-54,6

1.- Considerando el peor escenario (Concentración de Fondo más la máxima aportación por la operación del Proyecto) 2.- NO₂: NOM-023-SSA1-1993 (límite máximo permisible para promedio horario es de 395 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Por otra parte, se determinó que las concentraciones promedio anual por la operación del Proyecto en ciclo abierto y cerrado son de 0,30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 1,49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Cabe señalar, que las zonas de máxima concentración (puntos rojos) no presentan interacción con alguna actividad antropogénica, área natural protegida, infraestructura o monumento de interés histórico o cultural, debido a que están insertos en el área del Proyecto.

De lo antes señalado, se concluye que, el impacto a la calidad del aire por bióxido de nitrógeno originado por el Proyecto no es significativo en el SAR por lo que la ejecución del Proyecto es viable en los términos manifestados. El Estudio de dispersión de emisiones a la atmósfera (EDEA) completo, puede consultarse en el anexo de este estudio.

4.3. Fauna Silvestre

En este apartado se describe la fauna característica, según la bibliografía y observadas en campo, compuesta por especies que posiblemente se encuentran incluidas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010; así como especies de importancia comercial y cinegética.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Es importante señalar que para el apartado de fauna se determinó por experiencia, por personal especializado en la materia y por ayuda de guías de campo especializadas.

Composición de las comunidades de fauna presentes en el predio o área de estudio

Por su riqueza biológica, México es uno de los países que han sido llamados megadiversos. La riqueza biótica de México, que se manifiesta en el gran número de especies presentes en la región, es el resultado de la confluencia de dos grandes regiones biogeográficas: la Neártica y la Neotropical.

La fauna en nuestro país es una de las más ricas del mundo. A manera de comparación, en Canadá y Estados Unidos se han registrado conjuntamente 2 187 especies de vertebrados terrestres, mientras que en México la fauna de vertebrados comprende 3 032 especies en una superficie mucho más pequeña (Flores-Villela, 1994). Por la abundancia de sus vertebrados, nuestro país ocupa el primer lugar a escala mundial en existencia de reptiles con 717 especies; el segundo lugar en mamíferos (500 especies); el cuarto lugar en anfibios con 295 especies, y el décimo primero en aves con 1 150 especies.

De tales grupos, el de las aves es el mejor conocido tanto porque han estado en contacto permanente con el hombre en calidad de mascotas o de símbolos mágicos y religiosos, como por su utilidad económica y alimenticia. Además, este grupo ha sido clave en el desarrollo de las ciencias biológicas por su importancia en la estructura de los ecosistemas, la diversidad de sus formas, su complicada e interesante conducta, el misterio de sus migraciones y, sobre todo, por la facilidad de ser observadas.

Es relevante mencionar que un segmento importante de la fauna de vertebrados terrestres tiene una amplia distribución geográfica ya que han sido capaces de adaptarse a todas las diferentes formas de vida posibles y ocupar una amplia diversidad de hábitat. Sin embargo, existen ciertos límites, ya que el hombre ha cambiado la manera en que los ecosistemas responderán en un futuro a eventos estocásticos naturales, lo cual se verá reflejado en la composición y diversidad de las comunidades animales y vegetales presentes en el sistema (Bissonete, 1997).

La fauna es uno de los componentes más susceptibles a los impactos ocasionados por las actividades humanas. Su presencia o ausencia en zonas seleccionadas para el desarrollo de actividades productivas es determinante para dirigir la intensidad de uso de la zona y del diseño de las actividades de protección y mitigación de los impactos ocasionados. Dentro de las modificaciones al entorno por el desmonte para el Proyecto en estudio; los impactos de esta

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

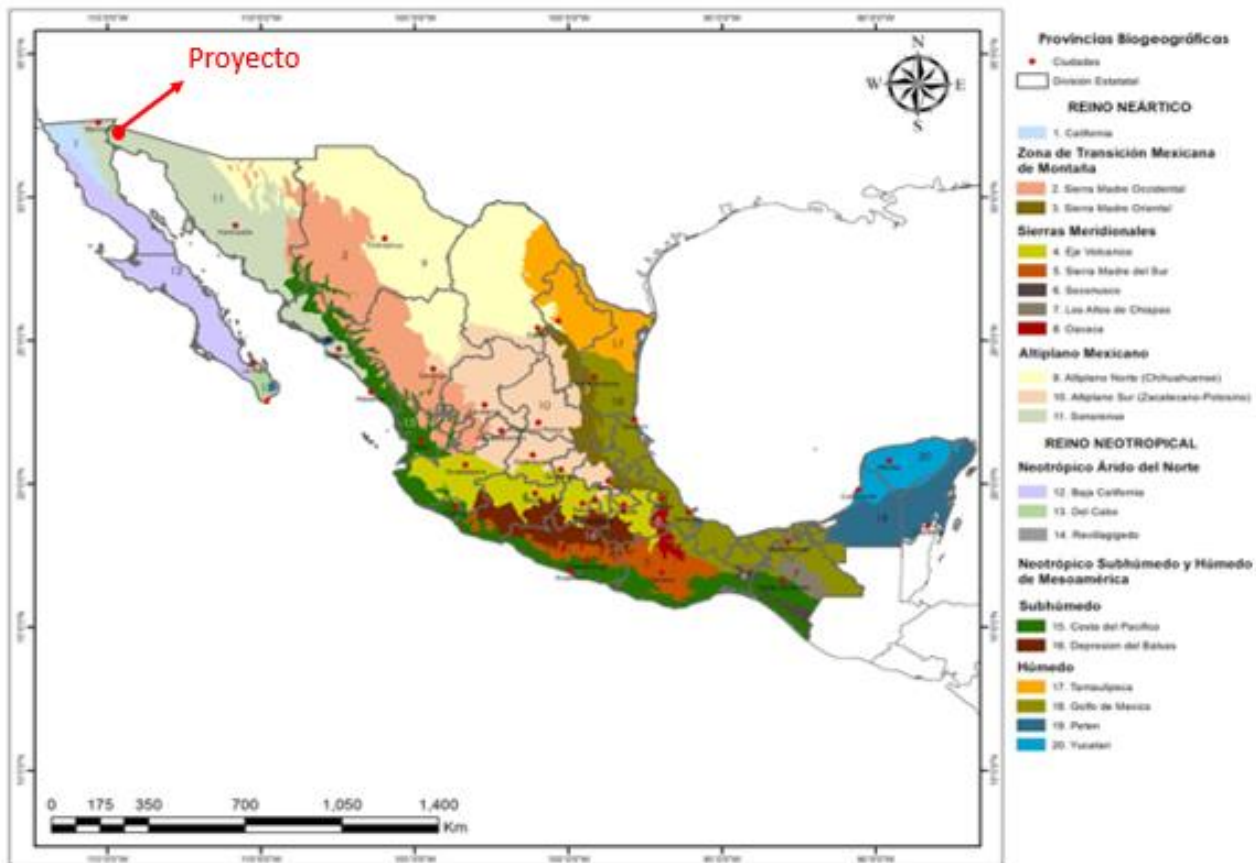
MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

actividad a la fauna de la región son localizados debido a la pérdida de hábitat ocasionado por el desmonte y la construcción, sin embargo es muy puntual.

En esta fase del proyecto se utilizaron métodos específicos para cada grupo para actualizar los inventarios biológicos de cada uno de los taxa de vertebrados terrestres, de tal forma que se pudieran integrar a una base ambiental sólida, sobre el funcionamiento de la zona impactada, apoyando las políticas de acción, así como las negociaciones de las autoridades con los usuarios.

A su vez el área de estudio se localiza en la Provincia Biogeográfica denominada “Sonorense”. De acuerdo con Rzedowski (1978), abarca una parte del estado de Baja California y Sonora, extendiéndose a algunas partes vecinas.



Mapa IV.38. Representación del área de estudio en la Provincia Biogeográfica denominada “Sonorense”.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

4.3.1. Importancia Faunística Del Predio Y Área De Estudio Al Nivel Local, Regional Y Nacional.

El desierto de Sonora mide alrededor de 100.000 millas cuadradas (260.000 kilómetros cuadrados). Cubre la mayor parte de la mitad sur de Arizona, así como el sureste de California, la mayor parte de la península de Baja California, el Golfo de las islas California y una buena parte del estado de Sonora, en México. No es uno de los desiertos más secos, por lo que tiene algo de vida vegetal distintiva e interesante que incluye cactus saguaro, cactus barril, mezquite, jarilla, palo verde, agave, cactus de clarete, cepillo sabio, incienso y yuca.

El desierto de Sonora cuenta con grandes llanuras arenosas y montañas inhóspitas. Algunos afluentes del río Colorado pasan a través de él, haciendo que crezcan muchos árboles, cactus y arbustos en varias zonas. En Arizona, el cactus saguaro y el barril gigante son bastante abundantes, al igual que el mesquite y los arbustos de creosota. Después de una lluvia, las laderas pueden estar resplandecientes gracias a las flores amarillas del palo verde. El hermoso cactus de floración y la yuca hacen que en ocasiones el desierto parezca más como un jardín, y no el lugar arenoso y seco que imaginamos.

De cualquier forma el desierto de Sonora es un hábitat extremo y en ocasiones experimenta peligrosas tormentas de polvo llamadas *haboobs*. Ciudades como Phoenix, que se encuentran en la región del Desierto de Sonora, pueden experimentar estas tormentas después que las tormentas eléctricas provocan fuertes vientos. En este momento las personas deben encontrar rápidamente donde refugiarse, cubrir sus ojos, la nariz, la boca y permanecer bajo techo.

Tal vez la situación extrema más sorprendente y peligrosa para las personas sea el cambio de las temperaturas en el desierto. El desierto de Sonora puede alcanzar temperaturas de hasta 110 ° F durante el día y luego por la noche, descender casi hasta cero. Estas variaciones implican que los animales deban encontrar refugio subterráneo o en el interior de la vegetación para sobrevivir.

Sin embargo, es importante señalar que la construcción de la obra no afectará de manera significativa a la fauna, ya que la mayoría de estas especies actualmente están sometidas a las transformaciones antropogénicas ya existentes (zona urbana, industria, agricultura y deforestación) Adicionalmente, la transformación principal del hábitat será puntual (solo el predio de la obra eléctrica).

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Muestreo de Fauna Silvestre

En este apartado se describe la metodología, técnicas y materiales utilizados para obtener la información necesaria en la descripción y caracterización del medio biótico faunístico existente en el área de estudio del proyecto. El inventario de la fauna silvestre en el área de estudio se realizó en tres etapas:

Primera etapa: En esta etapa se realizó la búsqueda y consulta de publicaciones relacionadas con la fauna de vertebrados terrestres de la zona de estudio con la finalidad de integrar un listado preliminar, así como para conocer el estado que tienen las poblaciones que allí se distribuyen. Como resultado de esta etapa se obtuvo el listado de especies potenciales para la zona de estudio en la que se localiza el proyecto.

En esta etapa se realizó la búsqueda y consulta de publicaciones relacionadas con la herpetofauna de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental con la finalidad de integrar un listado potencial. Como referencia se consideraron las obras publicadas de Stebbins (2003), Samaniego Herrera *et al.* (2007), Lovich *et al.* (2009) y Vanderplank *et al.* (2014), y las obras en línea de Mellink (<http://usuario.cicese.mx/~emellink/an-re-mp.html>) y CONABIO a través de su plataforma “Naturalista” (<http://www.naturalista.mx/>).

Dentro del área de estudio de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental habitan potencialmente 28 especies de anfibios y reptiles. Estas pertenecen a 8 familias. De este total, 12 especies se consideran en alguna categoría de protección según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010; 1 en peligro de extinción (P), 5 amenazadas (A) y 6 en protección especial (Pr), (tabla IV.96).

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Tabla IV.96. Especies de anfibios y reptiles potenciales para la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental.

Familia	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010
ANFIBIOS		
Bufonidae	<i>Bufo alvarius</i>	
	<i>Bufo cognatus</i>	
	<i>Anaxyrus punctatus</i>	
Pelobatidae	<i>Scaphiopus couchii</i>	
REPTILES		
Colubridae	<i>Arizona elegans</i>	
	<i>Chilomeniscus stramineus</i>	
	<i>Masticophis flagellum</i>	A
	<i>Phyllorhynchus decurtatus</i>	
	<i>Rhinocheilus lecontei</i>	
	<i>Salvadora hexalepis</i>	
	<i>Sonora semiannulata</i>	
Crotalidae	<i>Crotalus atrox</i>	Pr
	<i>Crotalus cerastes</i>	Pr
	<i>Crotalus scutulatus</i>	Pr
Gekkonidae	<i>Coleonyx variegatus</i>	Pr

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Familia	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010
Iguanidae	<i>Callisaurus draconoides</i>	A
	<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	
	<i>Gambelia wislizeni</i>	Pr
	<i>Phrynosoma mcallii</i>	A
	<i>Phrynosoma platyrhinos</i>	
	<i>Sauromalus ater</i>	Pr
	<i>Sceloporus magister</i>	
	<i>Uma notata</i>	P
	<i>Urosaurus graciosus</i>	
	<i>Urosaurus ornatus</i>	
	<i>Uta stansburiana</i>	A
Kinosternidae	<i>Kinosternon sonoriense</i>	
Teiidae	<i>Aspidozelis tigris</i>	A
Simbología: A= Amenazada , Pr= Protección especial, P= Peligro de extinción.		

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

4.3.2. Riqueza Potencial Aves

Dentro de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental podrían ocurrir 130 especies de aves pertenecientes a 42 familias (Howell y Webb, 1995; Erickson y Howell, 2001; e-bird, 2015). De este total, 9 especies se consideran bajo alguna categoría de riesgo de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010; 7 como Amenazadas (A) y 2 en protección especial (Pr). A nivel taxonómico de especie no se reconocen endemismos para México en la zona (Vanderplank, *et al.*, 2014).

Tabla IV.97. Avifauna que potencialmente podría ocurrir en la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental.

Familia	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010
AVES		
Accipitridae	<i>Accipiter cooperii</i>	Pr
	<i>Accipiter striatus</i>	Pr
	<i>Buteo albonotatus</i>	Pr
	<i>Buteo jamaicensis</i>	
	<i>Buteo regalis</i>	Pr
	<i>Buteo swainsoni</i>	Pr
	<i>Circus hudsonius</i>	
	<i>Pandion haliaetus</i>	
Alaudidae	<i>Eremophila alpestris</i>	

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Familia	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010
Alcedinidae	<i>Megaceryle alcyon</i>	
Anatidae	<i>Anas acuta</i>	
	<i>Spatula clypeata</i>	
	<i>Anas crecca</i>	
	<i>Anas platyrhynchos</i>	
	<i>Aythya americana</i>	
	<i>Bucephala clangula</i>	
Apodidae	<i>Aeronautes saxatalis</i>	
Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	
	<i>Butorides virescens</i>	
	<i>Ardea alba</i>	
	<i>Egretta thula</i>	
	<i>Nycticorax nycticorax</i>	
Bombycillidae	<i>Bombycilla cedrorum</i>	
Cardenalidae	<i>Passerina amoena</i>	
	<i>Piranga ludoviciana</i>	
Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	
	<i>Phalaenoptilus nuttallii</i>	
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Familia	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010
Charadriidae	<i>Charadrius semipalmatus</i>	
	<i>Charadrius vociferus</i>	
Columbidae	<i>Columba livia</i>	
	<i>Columbina passerina</i>	
	<i>Zenaida asiatica</i>	
	<i>Zenaida macroura</i>	
	<i>Streptopelia decaocto</i>	
Corvidae	<i>Corvus corax</i>	
Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	
Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	
	<i>Icterus cucullatus</i>	
	<i>Sturnella neglecta</i>	
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	
	<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>	
	<i>Molothrus ater</i>	
Passerellidae	<i>Amphispiza bilineata</i>	
	<i>Melospiza melodia</i>	
	<i>Melospiza lincolnii</i>	
	<i>Melozone aberti</i>	

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Familia	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010
	<i>Junco hyemalis</i>	
	<i>Passerculus sandwichensis</i>	
	<i>Pipilo chlorurus</i>	
	<i>Pooecetes gramineus</i>	
	<i>Spizella breweri</i>	
	<i>Zonotrichia leucophrys</i>	
	<i>Spizella passerina</i>	
	<i>Chondestes grammacus</i>	
Parulidae	<i>Setophaga coronata</i>	
	<i>Geothlypis trichas</i>	
	<i>Guiraca caerulea</i>	
	<i>Wilsonia pusilla</i>	
Falconidae	<i>Falco columbarius</i>	
	<i>Falco mexicanus</i>	A
	<i>Falco peregrinus</i>	Pr
	<i>Falco sparverius</i>	
Fringillidae	<i>Spinus lawrencei</i>	
	<i>Carduelis psaltria</i>	
	<i>Carpodacus mexicanus</i>	

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Familia	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010
Hirundinidae	<i>Hirundo pyrrhonota</i>	
	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	
	<i>Tachycineta bicolor</i>	
Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	
Laridae	<i>Chlidonias niger</i>	
	<i>Larus delawarensis</i>	
	<i>Sterna forsteri</i>	
Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	
	<i>Toxostoma crissale</i>	
	<i>Toxostoma lecontei</i>	
Odontophoridae	<i>Callipepla gambelii</i>	
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	
Picidae	<i>Melanerpes uropygialis</i>	
	<i>Picoides scalaris</i>	
Poliptilidae	<i>Poliptila caerulea</i>	
	<i>Poliptila melanura</i>	
Ptilonotidae	<i>Phainopepla nitens</i>	
Rallidae	<i>Fulica americana</i>	
	<i>Porzana carolina</i>	

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Familia	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010
	<i>Rallus limicola</i>	A
	<i>Rallus obsoletus</i>	
Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	
	<i>Recurvirostra americana</i>	
Regulidae	<i>Regulus calendula</i>	
Remizidae	<i>Auriparus flaviceps</i>	
Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	
	<i>Calidris alba</i>	
	<i>Calidris alpina</i>	
	<i>Calidris mauri</i>	
	<i>Calidris minutilla</i>	
	<i>Limnodromus scolopaceus</i>	
	<i>Numenius americanus</i>	
	<i>Phalaropus lobatus</i>	
	<i>Phalaropus tricolor</i>	
	<i>Tringa flavipes</i>	
	<i>Tringa melanoleuca</i>	
	<i>Tringa solitaria</i>	
Strigidae	<i>Asio otus</i>	

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Familia	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010
	<i>Athene cunicularia</i>	Pr
	<i>Bubo virginianus</i>	
	<i>Otus kennicottii</i>	
Sturnidae	<i>Sturnus vulgaris</i>	
Threskiornithidae	<i>Plegadis chihi</i>	
Trochilidae	<i>Archilochus alexandri</i>	
	<i>Calypte anna</i>	
	<i>Calypte costae</i>	
Troglodytidae	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	
	<i>Cistothorus palustris</i>	
	<i>Salpinctes obsoletus</i>	
	<i>Troglodytes aedon</i>	
Turdidae	<i>Catharus guttatus</i>	
	<i>Turdus migratorius</i>	
Tyrannidae	<i>Contopus sordidulus</i>	
	<i>Myiarchus cinerascens</i>	
	<i>Myarchus tyrannulus</i>	
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	
	<i>Sayornis nigricans</i>	

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Familia	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010
	<i>Sayornis saya</i>	
	<i>Tyrannus verticalis</i>	
Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	
Vireonidae	<i>Vireo bellii</i>	
	<i>Vireo vicinior</i>	
Simbología: A= Amenazada , Pr= Protección especial, P= Peligro de extinción.		

4.3.3. Riqueza Potencial Mamíferos

En el área de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental habitan potencialmente 47 especies de mamíferos que pertenecen a 18 familias, de acuerdo a las bases de datos de Wilson y Ruff (1999); Kays y Wilson (2002) para los mamíferos de Norteamérica. Debido a las peculiaridades naturales del desierto sonorense, se consultó información específica de académicos que trabajan en la zona, como las diversas obras de Álvarez-Castañeda, S. T. De este total, 3 especies se consideran bajo alguna categoría de riesgo de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010; 3 amenazadas (A).

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Tabla IV.98. Mastofauna que potencialmente podría ocurrir en la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental.

Familia	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010
MAMIFEROS		
Canidae	<i>Canis latrans</i>	
	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	
	<i>Vulpes macrotis</i>	A
Cervidae	<i>Odocoileus hemionus</i>	
Cricetidae	<i>Neotoma albigula</i>	
	<i>Neotoma lepida</i>	
	<i>Peromyscus crinitus</i>	
	<i>Peromyscus eremicus</i>	
	<i>Peromyscus maniculatus</i>	
	<i>Peromyscus megalotis</i>	
	<i>Onychomys torridus</i>	
	<i>Reithrodontomys megalotis</i>	
Felidae	<i>Felis concolor</i>	
	<i>Lynx rufus</i>	
Geomyidae	<i>Thomomys bottae</i>	
Heteromyidae	<i>Dipodomys deserti</i>	

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Familia	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010
	<i>Chaetodipus baileyi</i>	
	<i>Chaetodipus penicillatus</i>	
	<i>Chaetodipus intermedius</i>	
	<i>Dipodomys merriami</i>	
	<i>Perognathus longimembris</i>	
Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	
	<i>Sylvilagus audubonii</i>	
Molossidae	<i>Tadarida brasiliensis</i>	
	<i>Nyctinomops femorosaccus</i>	
	<i>Nyctinomops macrotis</i>	
	<i>Eumops hansae</i>	
Mormoopidae	<i>Mormoops megalophylla</i>	
Mephitidae	<i>Spilogale gracilis</i>	
Mustelidae	<i>Taxidea taxus</i>	A
Phyllostomidae	<i>Macrotus californicus</i>	
	<i>Choeronycteris mexicana</i>	
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	
Sciuridae	<i>Ammospermophilus harrisii</i>	
	<i>Xerospermophilus tereticaudus</i>	

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Familia	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010
Soricidae	<i>Notiosorex crawfordi</i>	A
Antrozoidae	<i>Antrozous pallidus</i>	
Vespertilionidae	<i>Corynorhinus townsendii</i>	
	<i>Eptesicus fuscus</i>	
	<i>Myotis californicus</i>	
	<i>Myotis yumanensis</i>	
	<i>Myotis ciliolabrum</i>	
	<i>Lasiurus blossevillii</i>	
	<i>Lasiurus xanthinus</i>	
	<i>Lasiurus cinereus</i>	
	<i>Pipistrellus hesperus</i>	
Simbología: A= Amenazada , Pr= Protección especial, P= Peligro de extinción.		

Segunda etapa: Durante esta etapa se realizó el trabajo de campo del 18 al 22 de octubre de 2021. El muestreo de fauna se realizó para cuatro grupos faunísticos: Aves, Mamíferos, Anfibios y reptiles. El trabajo consistió en muestreos y observaciones de fauna en áreas representativas del proyecto, esto es, en los sitios donde se elaboraron los muestreos de vegetación en la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) Microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado y en los sitios de muestreo en el área del proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial. Para la determinación de los individuos encontrados se utilizaron guías de campo, además con la experiencia del grupo participante se logró identificar gran parte de los hallazgos de la fauna.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Cabe mencionar que, como complemento a los recorridos realizados en todos los sitios de muestreo de vegetación, se realizaron muestreos sistemáticos de fauna, es decir, además de aplicar el método de muestreo directo (trampeo), también se aplicaron técnicas del método indirecto (avistamientos, cámaras de infrarrojo, toma de fotografías e información de huellas, identificación por medio de excretas, plumas, cantos, etc.).

Tercera etapa: Durante esta parte, la información recabada de la bibliografía se complementó y se corrigió con la de campo, integrándose así el listado final potencial de las especies de vertebrados y los resultados de los trabajos de campo se procesaron y analizaron estadísticamente.

A continuación, se describe la metodología aplicada durante el muestreo de fauna silvestre y los resultados obtenidos, para cada grupo faunístico.

Coordenadas UTM de los sitios de trabajo dentro de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado de los grupos de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos).

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Tabla IV.99. Ubicación del punto inicial, final y puntos de inflexión de los trayectos para el muestreo de herptofauna de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental (Coordenadas UTM WGS84 Zona 11R).

Transecto	Coordenada inicio		Coordenada final		Hábitat
	X	Y	X	Y	
1	716172.00 m E	3589316.00 m N	717118.00 m E	3589002.00 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
2	717097.00 m E	3588269.00 m N	716800.00 m E	3587315.00 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
3	716078.00 m E	3585177.00 m N	717033.00 m E	3584876.00 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
4	718886.00 m E	3584674.00 m N	719401.00 m E	3583816.00 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
5	719540.00 m E	3586072.00 m N	720511.00 m E	3585763.00 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
6	720362.00 m E	3587925.00 m N	721311.00 m E	3587616.00 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Transecto	Coordenada inicio		Coordenada final		Hábitat
	X	Y	X	Y	
7	723608.00 m E	3588858.00 m N	723288.00 m E	3587908.00 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
8	722797.00 m E	3583917.00 m N	723122.00 m E	3582973.00 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
9	726738.00 m E	3584034.00 m N	727054.00 m E	3585019.00 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
10	729899.00 m E	3582704.00 m N	730863.00 m E	3582397.00 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)

Nota: Transecto de 1000 m lineales

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

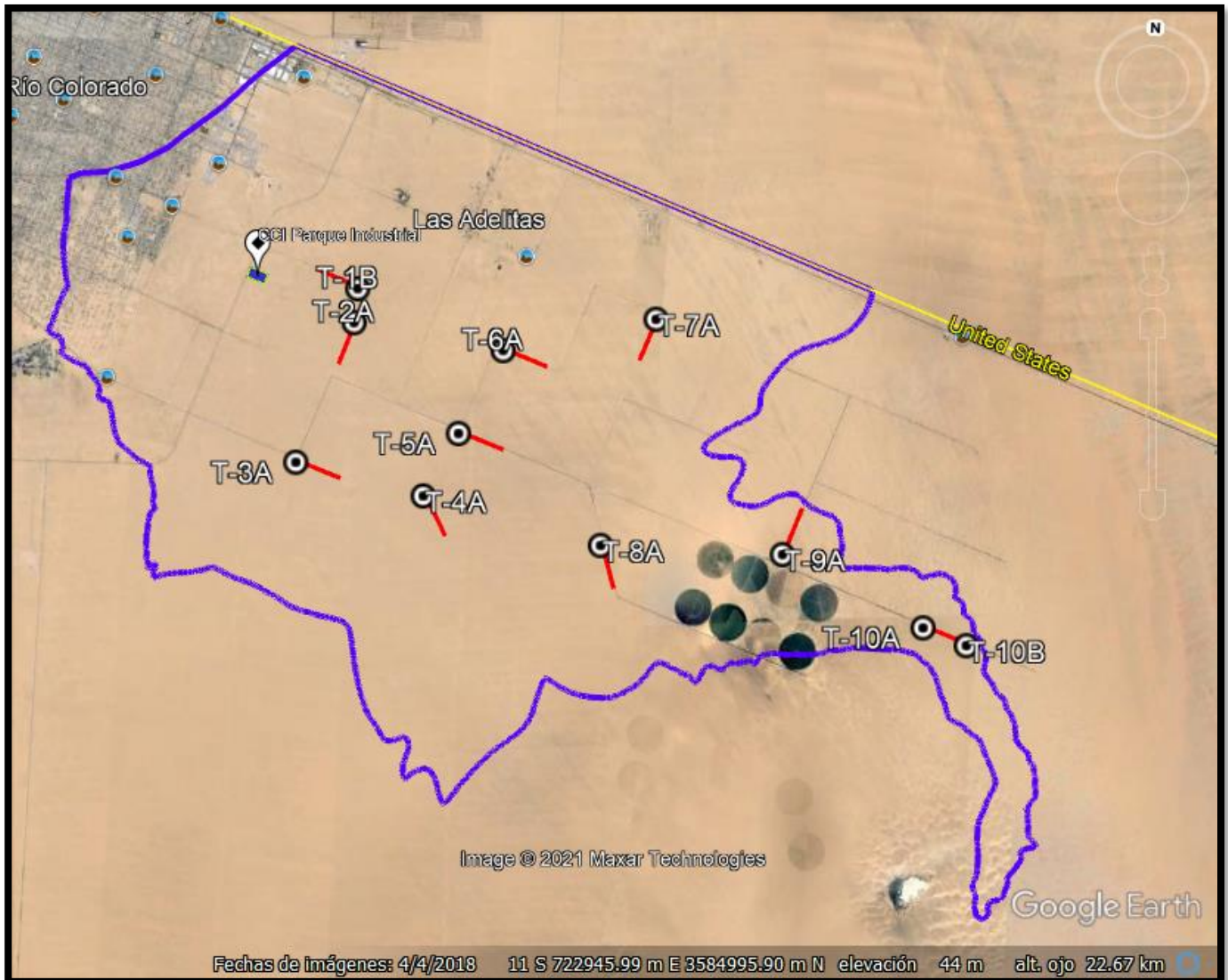


Figura IV.10. Localización de los trayectos recorridos, durante el trabajo de campo en el área del proyecto (rojo) para el muestreo de herpofauna.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Tabla IV.100. Ubicación del sitio de muestreo de aves con redes de niebla (Coordenadas UTM WGS84 Zona 11R).

RED	COORDENADAS UTM	
	X	Y
R1	715223	3587499
R2	715169	3587515
R3	715093	3587543
R4	715026	3587564

Tabla IV.101. Ubicación del punto inicial, final de los transectos para el muestreo de aves (Coordenadas UTM WGS84 Zona 11R).

Transecto	Coordenada inicio		Coordenada final		Hábitat
	X	Y	X	Y	
1	716172.00 m E	3589316.00 m N	717118.00 m E	3589002.00 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
2	717097.00 m E	3588269.00 m N	716800.00 m E	3587315.00 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Transecto	Coordenada inicio		Coordenada final		Hábitat
	X	Y	X	Y	
3	716078.00 m E	3585177.00 m N	717033.00 m E	3584876.00 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
4	718886.00 m E	3584674.00 m N	719401.00 m E	3583816.00 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
5	719540.00 m E	3586072.00 m N	720511.00 m E	3585763.00 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
6	720362.00 m E	3587925.00 m N	721311.00 m E	3587616.00 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
7	723608.00 m E	3588858.00 m N	723288.00 m E	3587908.00 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
8	722797.00 m E	3583917.00 m N	723122.00 m E	3582973.00 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
9	726738.00 m E	3584034.00 m N	727054.00 m E	3585019.00 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Transecto	Coordenada inicio		Coordenada final		Hábitat
	X	Y	X	Y	
10	729899.00 m E	3582704.00 m N	730863.00 m E	3582397.00 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)

Nota: Transecto de 1000 m lineales

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

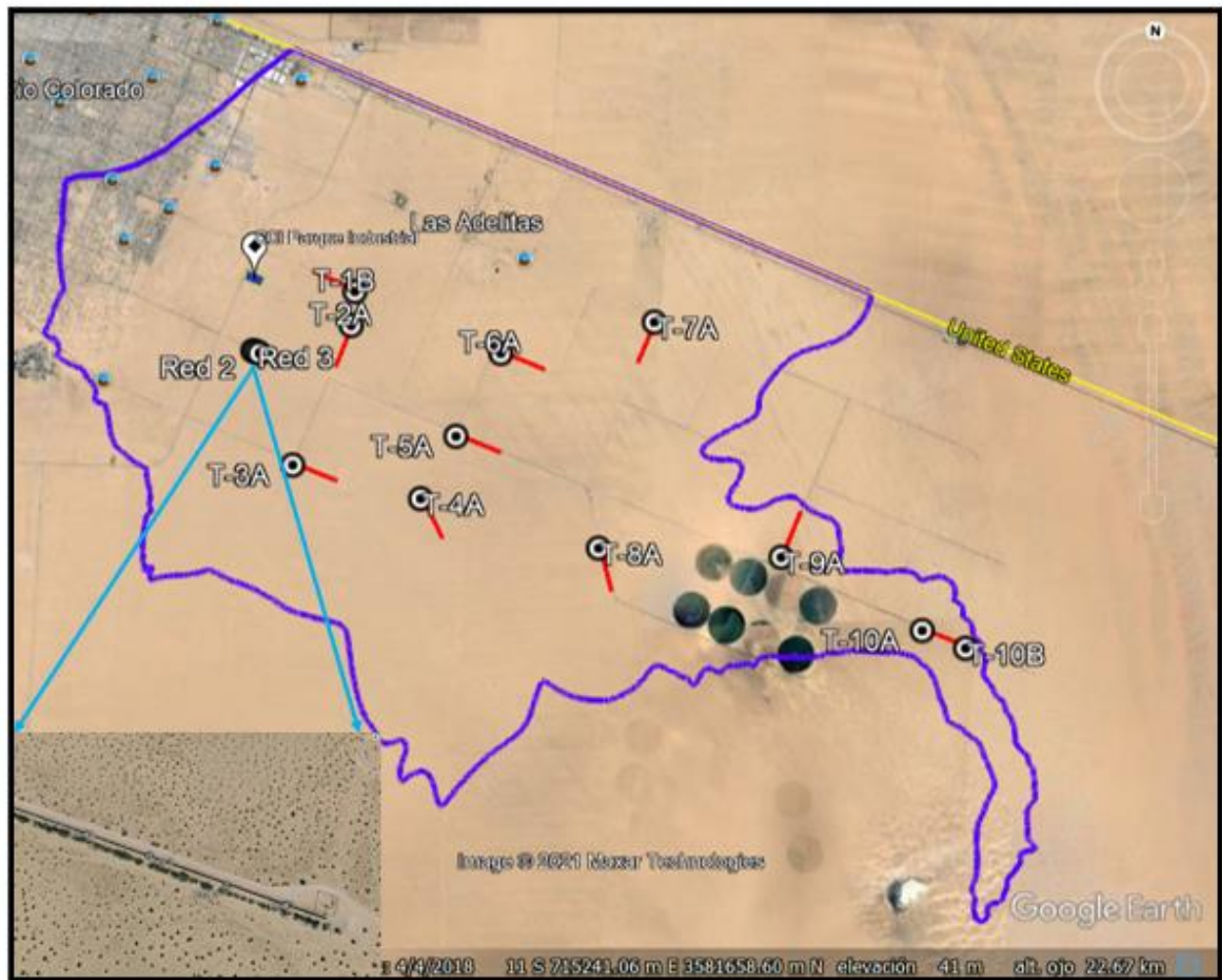


Figura IV.11. Ubicación geográfica de los transectos en el área de la cuenca hidrológica forestal o sistema Ambiental para el muestreo de aves.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Tabla IV.102. Ubicación del punto geográfico donde se colocaron las trampas Sherman para el registro de mamíferos. (Coordenadas UTM WGS84 Zona 11R).

PUNTO	COORDENADAS UTM	
	X	Y
Inicio	715287	3587430
Termino	715560	3587245

Tabla IV.103. Ubicación del punto geográfico donde se colocaron las cámaras trampa para el registro de mamíferos atraídos por la instalación de estaciones olfativas y trampas Thomahot. (Coordenadas UTM WGS84 Zona 11R).

PUNTO	COORDENADAS UTM	
	X	Y
CT-1	715346	3587552
CT-2	715552	3587695
CT-3	715725	3587840
CT-4	715889	3587912
Thoma-1	715458	3587614
Thoma-2	715653	3587869
Thoma-3	715802	3587906

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Tabla IV.104. Ubicación del punto inicial y final de los transectos muestrales de mamíferos (Coordenadas UTM WGS84 Zona 11R).

Transecto	Coordenada inicio		Coordenada final		Hábitat
	X	Y	X	Y	
1	716172.00 m E	3589316.00 m N	717118.00 m E	3589002.00 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
2	717097.00 m E	3588269.00 m N	716800.00 m E	3587315.00 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
3	716078.00 m E	3585177.00 m N	717033.00 m E	3584876.00 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
4	718886.00 m E	3584674.00 m N	719401.00 m E	3583816.00 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
5	719540.00 m E	3586072.00 m N	720511.00 m E	3585763.00 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
6	720362.00 m E	3587925.00 m N	721311.00 m E	3587616.00 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Transecto	Coordenada inicio		Coordenada final		Hábitat
	X	Y	X	Y	
7	723608.00 m E	3588858.00 m N	723288.00 m E	3587908.00 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
8	722797.00 m E	3583917.00 m N	723122.00 m E	3582973.00 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
9	726738.00 m E	3584034.00 m N	727054.00 m E	3585019.00 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
10	729899.00 m E	3582704.00 m N	730863.00 m E	3582397.00 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)

Nota: Transecto de 1000 m lineales

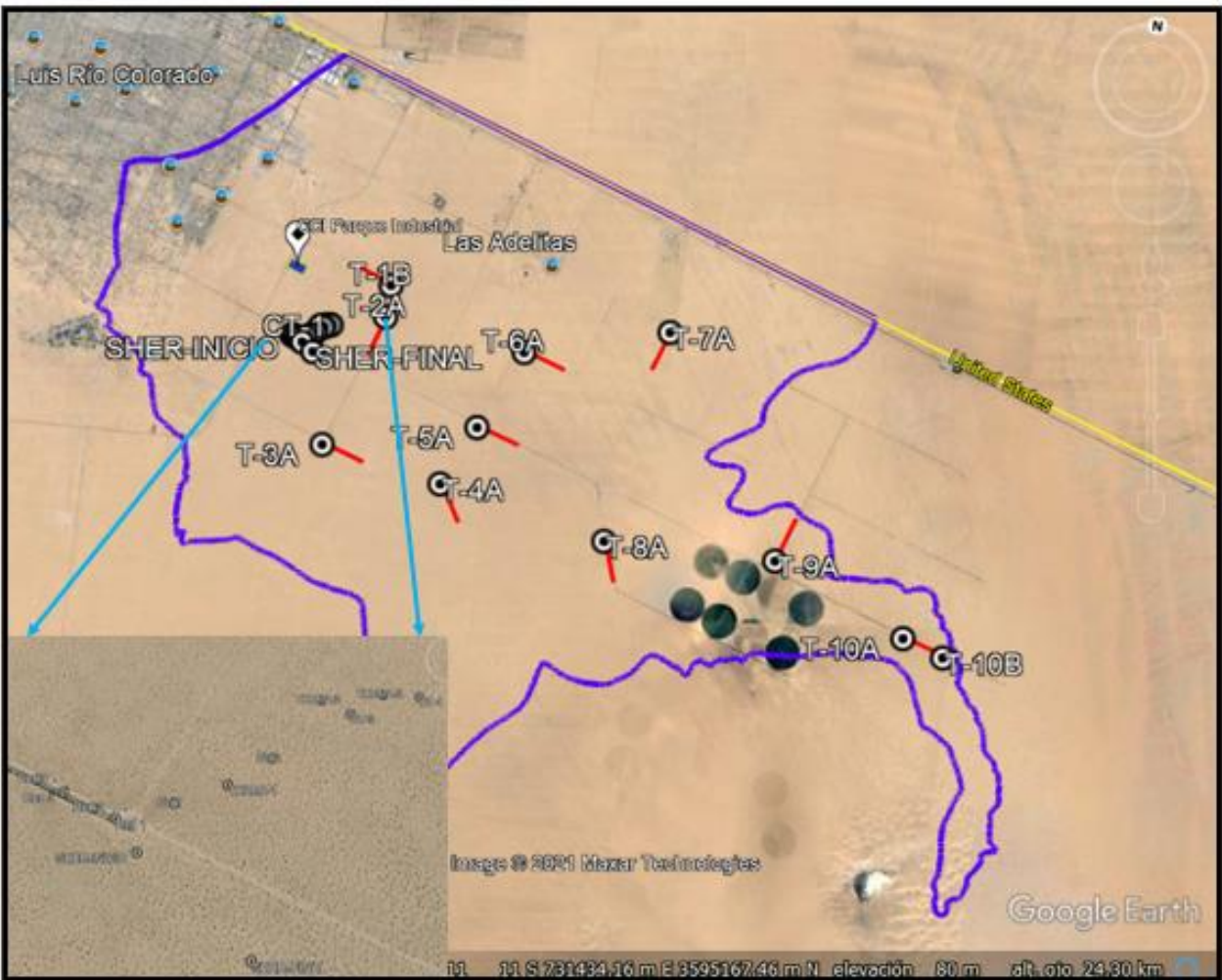
Tabla IV.105. Ubicación del sitio de muestreo de murciélagos con redes de niebla (Coordenadas UTM WGS84 Zona 11R).

RED	COORDENADAS UTM	
	X	Y
R1	715223	3587499

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

RED	COORDENADAS UTM	
	X	Y
R2	715169	3587515
R3	715093	3587543
R4	715026	3587564



DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Figura IV.12. Unidades muestrales de mamíferos: transectos de búsqueda de huellas, avistamientos y rastros, redeo, trampas y cámaras dentro de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental (rojo).

Coordenadas UTM de los sitios de trabajo del proyecto (CUSTF) CCI Parque Industrial, de los grupos de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos).

Tabla IV.106. Ubicación del punto inicial, final y puntos de inflexión de los trayectos para el muestreo de herpetofauna (Coordenadas UTM WGS84 Zona 11R).

Transecto	Coordenada inicio		Coordenada final		Hábitat
	X	Y	X	Y	
1	714736.19 m E	3589227.20 m N	715115.84 m E	3589102.15 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
2	715096.61 m E	3589041.13 m N	714715.35 m E	3589162.98 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
3	714697.35 m E	3589108.13 m N	715077.35 m E	3588983.13 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

4	715061.46 m E	3588933.20 m N	714680.21 m E	3589054.15 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
Nota: Este transecto fue de 400 m cada uno					

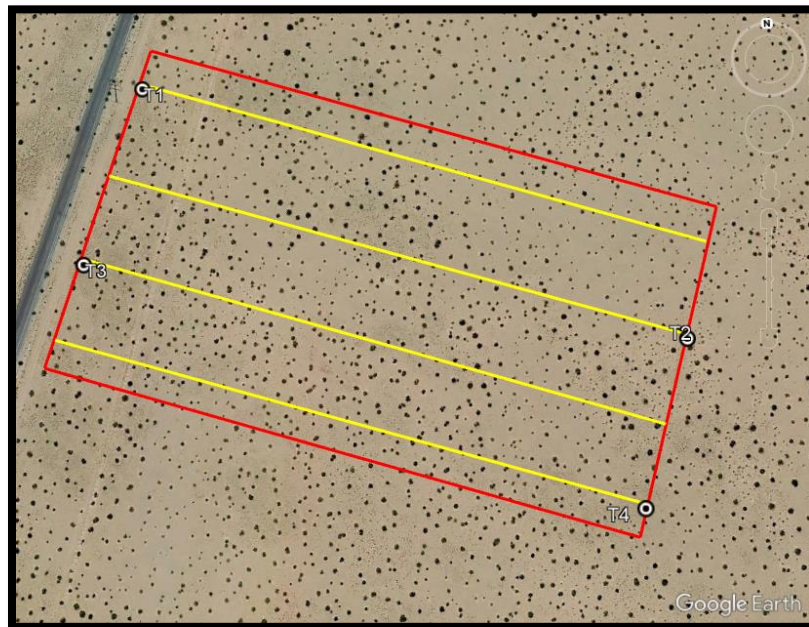


Figura IV.13. Localización del trayecto o recorrido de herptofauna, durante el trabajo de campo en el área del proyecto (amarillo).

Tabla IV.107. Ubicación del sitio de muestreo de aves con redes de niebla (Coordenadas UTM WGS84 Zona 11R).

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

RED	COORDENADAS UTM	
	X	Y
R1	714805	3589027
R2	714882	3589019
R3	714964	3589064
R4	715090	3589123

Tabla IV.108. Ubicación del punto inicial, final de los transectos para el muestreo de aves (Coordenadas UTM WGS84 Zona 11R).

Transecto	Coordenada inicio		Coordenada final		Hábitat
	X	Y	X	Y	
1	714736.19 m E	3589227.20 m N	715115.84 m E	3589102.15 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
2	715096.61 m E	3589041.13 m N	714715.35 m E	3589162.98 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
3	714697.35 m E	3589108.13 m N	715077.35 m E	3588983.13 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

4	715061.46 m E	3588933.20 m N	714680.21 m E	3589054.15 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
Nota: Este transecto fue de 400 m cada uno					

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

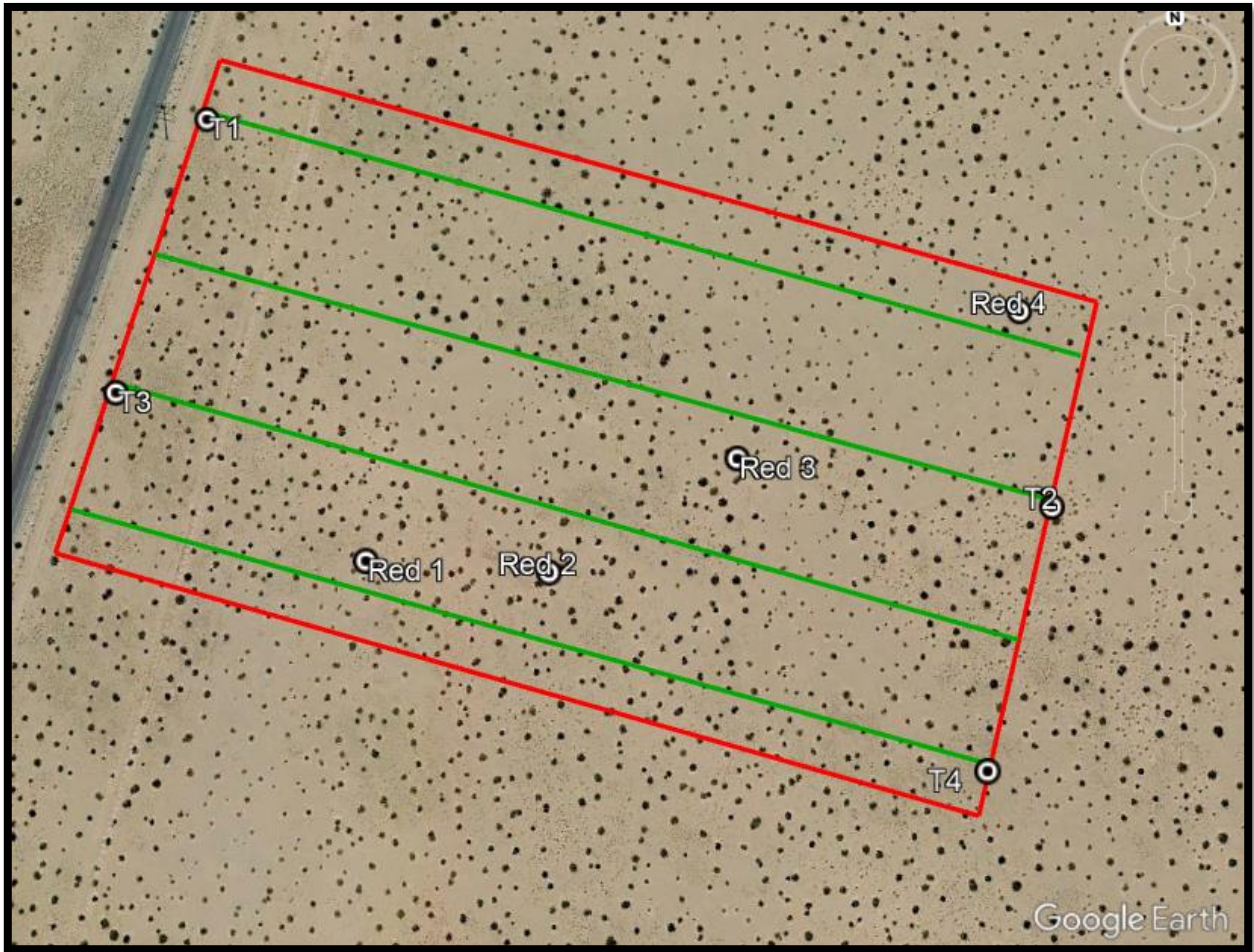


Figura IV.14. Ubicación geográfica del transecto y redeo de aves en el área del proyecto, (verde).

Tabla IV.109. Ubicación del punto geográfico donde se colocaron las trampas Sherman para el registro de mamíferos. (Coordenadas UTM WGS84 Zona 11R).

PUNTO	COORDENADAS UTM	
	X	Y

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Inicio	714740	3589035
Termino	715059	3589073

Tabla IV.110. Ubicación del punto geográfico donde se colocaron las cámaras trampa para el registro de mamíferos atraídos por la instalación de estaciones olfativas y trampas Thomahot. (Coordenadas UTM WGS84 Zona 11R).

PUNTO	COORDENADAS UTM	
	X	Y
CT-1	714820	3589022
CT-2	715046	3588915
CT-3	715119	3589115
CT-4	715003	3589144
Thoma-1	714731	3589028
Thoma-2	714938	3588978
Thoma-3	715075	3589012

Tabla IV.111. Ubicación del punto inicial y final de los transectos muestrales de mamíferos (Coordenadas UTM WGS84 Zona 11R).

Transecto	Coordenada inicio	Coordenada final	Hábitat
-----------	-------------------	------------------	---------

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

	X	Y	X	Y	
1	714736.19 m E	3589227.20 m N	715115.84 m E	3589102.15 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
2	715096.61 m E	3589041.13 m N	714715.35 m E	3589162.98 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
3	714697.35 m E	3589108.13 m N	715077.35 m E	3588983.13 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
4	715061.46 m E	3588933.20 m N	714680.21 m E	3589054.15 m N	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
Nota: Este transecto fue de 400 m cada uno					

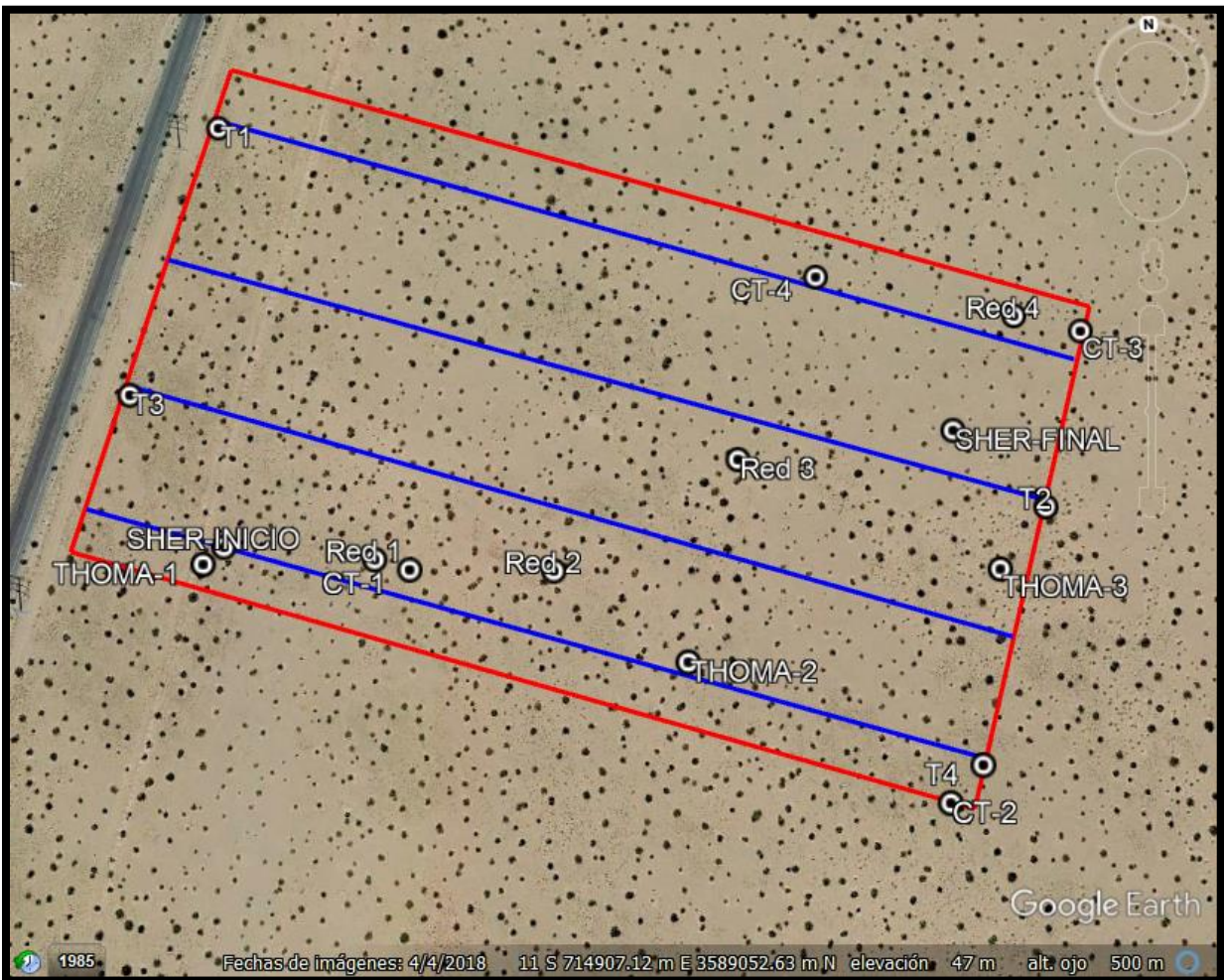
Tabla IV.112. Ubicación del sitio de muestreo de murciélagos con redes de niebla (Coordenadas UTM WGS84 Zona 11R).

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

RED	COORDENADAS UTM	
	X	Y
R1	714805	3589027
R2	714882	3589019
R3	714964	3589064
R4	715090	3589123



DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Figura IV.15. Unidad muestral de mamíferos: transecto de búsqueda de huellas, avistamientos y rastros, redeo, trampas y cámaras dentro del área de estudio, (azul).

Modelos y ecuaciones utilizados para determinar los parámetros bióticos de los grupos faunísticos.

La diversidad tiene dos componentes fundamentales:

Riqueza específica: número de especies que tiene un ecosistema o ecosistemas.

Equitatividad: mide la distribución de la abundancia de las especies, es decir, cómo es de uniforme una comunidad.

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder estimarla entre diferentes ecosistemas o áreas. Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial del ecosistema, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitatividad. En este trabajo se utilizó la estimación del índice de diversidad Shannon-Wiener (H') y el índice de equitatividad de Pielou, el cual parte de la base de que un sistema es más diverso cuanto menos dominancia de especies hay, y la distribución es más equitativa.

El valor mínimo para este índice es 1 que indica que no hay diversidad.

Índice de Valor de Importancia

Las condiciones en la unidad de análisis o subcuenca y del proyecto de acuerdo a los parámetros registrados en el muestreo cuantitativo, son los siguientes:

El índice de valor de importancia es un parámetro que estima el aporte o significación ecológica de cada especie en la comunidad, el valor máximo es 100%, mientras más se acerque una especie a este valor, mayor será su importancia ecológica y dominio florístico sobre las demás especies presentes y es igual a la suma de la dominancia la abundancia y la frecuencia.

Para el cálculo de los atributos de la vegetación se utilizaron las siguientes fórmulas:

1.- *Densidad (d)*.- Se refiere al Número de individuos por unidad de Área.

$$d = \sum i$$

Donde:

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

d= Densidad

Σi =Sumatoria del total de los individuos de cada especie

2.- *Densidad relativa (dr)*.- Es el porcentaje del número de individuos por unidad de área.

Se obtiene a partir de la densidad por especie dividido entre el número total de las especies por unidad de área y multiplicado por 100.

$$Dr = \frac{N \times 100 (\%)}{T}$$

Donde:

N = Numero de individuos de cada especie

T = Total de individuos

3.- *Abundancia Relativa (A)*.- De acuerdo a los supuestos de muestreo por distancias, solamente los individuos que se encuentren en el centro del transecto tienen un 100% de probabilidades de ser detectados.

El análisis de datos se realiza mediante el programa DISTANCE 6.0 y proporciona la abundancia relativa para cada especie muestreada empleando la formula general:

$$AR = \frac{n}{Dop * L}$$

Donde:

AR= Abundancia relativa

n = Numero de individuos observados en el transecto

Dop = Distancia de observación promedio

L= largo total del transecto

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

4.- *Frecuencia relativa (Fr)*.- Es el porcentaje de la frecuencia que aparece una especie en los muestreos.

$$Fr = \frac{F \times 100}{\Sigma F}$$

Donde:

F = Frecuencia absoluta

ΣF = Sumatoria de las frecuencias de todas las especies

Índice de Diversidad y Equitatividad.

El estudio de la diversidad es un tema central en ecología de comunidades faunísticas (Magurran, 1988). El índice de índice Shannon o de Shannon-Wiener se aplica en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad; expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía de 0 como límite mínimo y no tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice. Las mayores limitaciones de este índice es que no tiene en cuenta la distribución espacial de las especies y no discrimina por abundancia.

La fórmula del índice de Shannon es la siguiente:

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \log p_i$$

Donde:

S = número de especies (la riqueza de especies)

P_i = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i):

N_i = número de individuos de la especie i

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

N = número de todos los individuos de todas las especies

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área del proyecto (*riqueza de especies*), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (*abundancia*). El índice de equidad de Pielou mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Maguaran, 1988). La fórmula del índice de Pielou es la siguiente:

$$J' = H'/H'max$$

Donde:

H' = Diversidad de especies en la muestra (en función de la abundancia relativa)

H'max = logaritmo natural de la riqueza específica (S) como indicador de máxima equitatividad.

INVENTARIO DE AVES

MÉTODO

Primera etapa: En esta etapa se realizó la búsqueda y consulta de publicaciones relacionadas con la avifauna de la zona de estudio con la finalidad de integrar un listado preliminar.

Segunda Etapa: El muestreo de la avifauna consistió en dos métodos: 1) Transectos en banda de ancho fijo (line transects) y 2) Redes de niebla.

1. Transecto en banda de ancho fijo (line transects)

Se realizaron 4 transectos en banda de ancho fijo de 400 metros de largo cada uno dentro del predio de CUSTF y 10 transectos de 1000 metros de largo para la cuenca hidrológica forestal, con un ancho de 25 m a cada lado dentro del área del proyecto y de igual para la unidad de análisis cuenca hidrologica forestal o sistema ambiental. Este método se realizó a pie a una velocidad aproximada de entre 2 y 3 km/h registrando las aves vistas y/o escuchadas dentro de la superficie delimitada. Este método sigue lo establecido en Suterhland *et al.*, (2004) y Bibby *et al.*, (2000) para "line transects". Las coordenadas extremas se muestran en la tabla anterior.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Esta técnica consiste en registrar todas las aves observadas y escuchadas mientras el observador se desplaza a una velocidad constante. La ventaja de este método es que permite al observador cubrir una mayor superficie en menor tiempo. Los transectos son ideales para coleccionar datos de aves en áreas extensas y abiertas (Bibby, 2000).

Los supuestos que debe cumplir esta técnica de muestreo son: todas las aves en la ruta deben ser detectadas por el observador; las aves no se mueven antes de la detección; la distancia entre el observador y el ave es estimada con precisión, los individuos de las aves detectadas son contadas por única vez, los registros de las aves detectadas son independientes, el observador cuenta con las capacidades técnicas suficientes (Bibby, 2000).

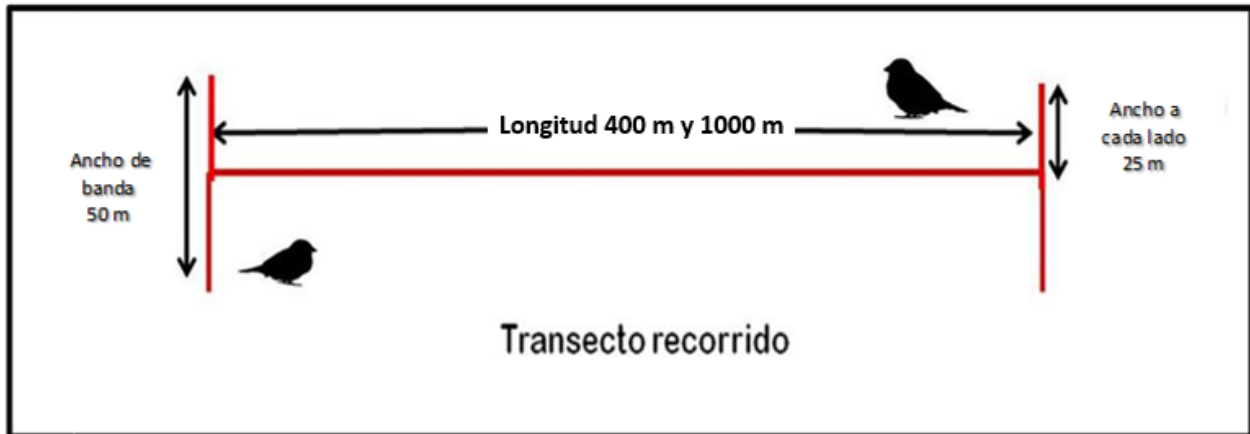


Figura IV.16. Representación gráfica del transecto en banda de ancho fijo para el muestreo de aves.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

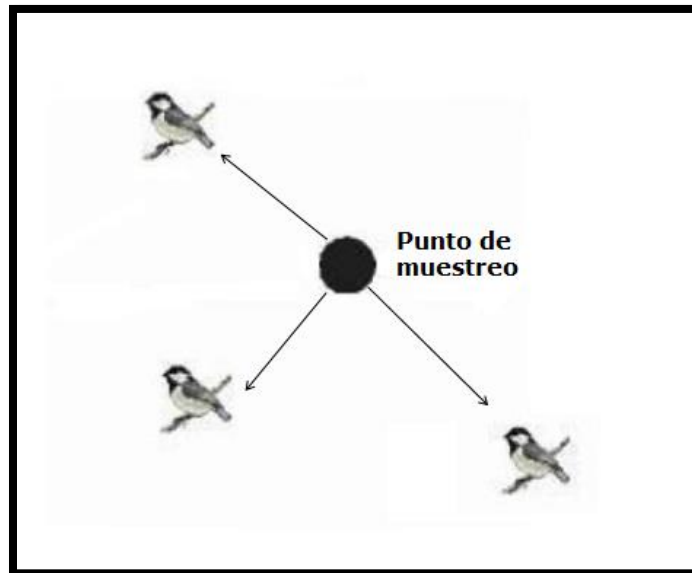


Figura IV.17. Registro de las aves tomando en cuenta una distancia aproximada de 25 m entre el observador y el espécimen.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



Fotografía IV.1. Ornitólogo durante los transectos para el muestreo de aves

2. Captura con redes de niebla

Para tal fin, se utilizaron 4 redes de niebla de 12 metros de longitud por 2.5 metros de altura, con luz de malla de 35 mm, distribuidas en dos sitios de aproximadamente 0.5 hectáreas. Las redes se colocaron en el hábitat vegetación de desiertos arenosos. Las redes se mantuvieron abiertas aproximadamente tres horas en la mañana y tres horas y se revisaron cada 30 minutos para extraer las aves capturadas (Ralph et al., 1996).

Determinación taxonómica de las especies

Las especies de aves se determinaron utilizando las guías de campo (Howell y Webb, 1995; Sibley, 2000), y las guías de audio (Boesman, 2006). La nomenclatura científica y el arreglo sistemático de los nombres de las aves son acordes a la propuesta de la Unión Americana de Ornitología (AOU, 1998) actualizada hasta su suplemento 52 (Chesser et al., 2011). El grado de endemismo corresponde a las categorías propuestas por Howell y Webb (1995): las especies endémicas a México son aquellas cuya distribución geográfica esta circunscrita por los límites políticos del país. Las categorías de riesgo en la cual se ubica la especie se determinaron con base a la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (D.O.F., 2010).

Estimación de la frecuencia relativa y densidad relativa.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Frecuencia relativa

La frecuencia de un evento i es el número de n_i de veces que el evento ocurre en estudio. La frecuencia relativa se refiere al total de frecuencias absolutas de todos los eventos. Es decir, el número de puntos de conteo dónde una especie de ave ocurre dividido entre el total de puntos de conteo muestreados.

$$f_i = \frac{n_i}{N} = \frac{n_i}{\sum_i n_i}$$

Estimaciones de Densidad

Para la estimación simple de la densidad de aves a partir de datos de transectos lineales. Dicho análisis asume que una mitad de la función de detectabilidad normal (Sutherland, 2006).

$$\hat{D} = n \sqrt{\left[\frac{2n}{\pi \sum_i (x_i^2)} \right] / (2L)}$$

Donde

n = Número total de animales detectados

x_i = Distancia perpendicular del i ésimo animal detectado desde el transecto lineal.

L = Distancia del transecto.

Estimación de Densidad a partir de Puntos de Conteo

Fórmulas para estimar Densidad Relativa a Partir de Puntos de Conteo de radio fijo

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

A) $n_1 + n_2 = x_1$

$\square \square \square \square \square \square r^2 m$

B) $n_1 + n_2 = x_2$

$\square \square \square \square \square \square n_2$

C) $x_1 * \text{Log } x_2$

Dónde

n_1 = Número de individuos detectados en la banda proximal

n_2 = Número de individuos detectados en la banda distal

r = Radio del punto de conteo

m = Número de replicas

RESULTADOS:

a. Muestreo en el área de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado

RIQUEZA

La riqueza específica (S) de aves dentro del área en estudio de cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental fue de 19 especies. De las aves registradas en el presente estudio 1 especie se encuentran en alguna de las categorías de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010; 1 en Protección Especial. En la tabla IV.113 se muestra la riqueza de especies para aves dentro del área de estudio.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Tabla IV.113. Lista taxonómica de las especies de aves registradas en el área de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental. Estatus según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y Endemismo.

N o	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Condición	Abundancia
1	Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo		Residente	Rara
2	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote		Residente	Rara
3	Tyrannidae	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Copetón cenizo		Residente	Común
4	Accipitridae	<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de swainson	Pr	Migratorio	Rara
5	Cardinalidae	<i>Passerina amoena</i>	Colorín aliblanco		Migratorio	Común
6	Tyrannidae	<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano occidental		Migratorio	Común
7	Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo americano		Residente	Común
8	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garcita blanca		Residente	Rara
9	Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i>	Tórtola turca		Residente	Rara
10	Parulidae	<i>Wilsonia pusilla</i>	Chipe coroninegro		Migratorio	Común
11	Cardinalidae	<i>Piranga ludoviciana</i>	Tangara aliblanca		Migratorio	Rara

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

N o	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Condición	Abundancia
12	Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	Tecolote llanero		Residente	Rara
13	Emberizidae	<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión arlequín		Residente	Rara
14	Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Garapena		Residente	Rara
15	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano		Residente	Rara
16	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma		Residente	Abundante
17	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Halcón cola roja		Residente	Rara
18	<u>Scolopacidae</u>	<i>Gallinago delicata</i>	Agachona común		Migratorio	Común
19	Cuculidae	<i>Geococcyx californicus</i>	corre caminos		Residente	Rara

ABUNDANCIA

En los transectos se registraron 58 individuos, siendo *Lanius ludovicianus*, la especie que presentó los valores más altos de abundancia absoluta y relativa con 10 individuos (17.24%), seguida de *Wilsonia pusilla* con 10 individuos (17.24%), y *Passerina amoena* con 6 individuos (10.34%). La información se presenta en la tabla IV.114 muestra la abundancia para cada especie registrada en campo en los puntos de conteo. Mientras que la información correspondiente a los parámetros poblacionales se muestra en la tabla IV.115.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Tabla IV.114. Abundancia de la avifauna registrada en campo en cada uno de los transectos.

N o	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Transecto (1000 m)										Tot al	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	<i>Corvus corax</i>	Cuervo		1						1					2
2	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote				2									2
3	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Copetón cenizo			2			3							5
4	<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de swainson	Pr				1					1			2
5	<i>Passerina amoena</i>	Colorín aliblanco					2	2			1		1		6
6	<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano occidental		2					1						3
7	<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo americano			3			2		2		2	1		10
8	<i>Egretta thula</i>	Garcita blanca				1									1
9	<i>Streptopelia decaocto</i>	Tórtola turca							2						2
10	<i>Wilsonia pusilla</i>	Chipe coroninegro			3		2			3		2			10
11	<i>Piranga ludoviciana</i>	Tangara aliblanca				1									1
12	<i>Athene cunicularia</i>	Tecolote llanero									1				1

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

N o	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Transecto (1000 m)										Tot al		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
13	<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión arlequín				2										2
14	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Garapena										1				1
15	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano							1							1
16	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma		3										2		5
17	<i>Buteo jamaicensis</i>	Halcón cola roja					1									1
18	<i>Gallinago delicata</i>	Agachona común		1												1
19	<i>Geococcyx californicus</i>	corre caminos				1							1			2

Tabla IV.115. Abundancia y frecuencia absoluta y relativa de aves registradas durante el trabajo de campo.

N o	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia absoluta	Abundancia relativa (%)	Frecuencia	Frecuencia Relativa (%)
1	<i>Corvus corax</i>	Cuervo	2	3.45	2	5.71

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

2	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote	2	3.45	1	2.86
3	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Copetón cenizo	5	8.62	2	5.71
4	<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de swainson	2	3.45	2	5.71
5	<i>Passerina amoena</i>	Colorín aliblanco	6	10.34	4	11.43
6	<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano occidental	3	5.17	2	5.71
7	<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo americano	10	17.24	5	14.29
8	<i>Egretta thula</i>	Garcita blanca	1	1.72	1	2.86
9	<i>Streptopelia decaocto</i>	Tórtola turca	2	3.45	1	2.86
10	<i>Wilsonia pusilla</i>	Chipe coroninegro	10	17.24	4	11.43
11	<i>Piranga ludoviciana</i>	Tangara aliblanca	1	1.72	1	2.86
12	<i>Athene cunicularia</i>	Tecolote llanero	1	1.72	1	2.86
13	<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión arlequín	2	3.45	1	2.86
14	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Garapena	1	1.72	1	2.86
15	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	1	1.72	1	2.86
16	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma	5	8.62	2	5.71
17	<i>Buteo jamaicensis</i>	Halcón cola roja	1	1.72	1	2.86
18	<i>Gallinago delicata</i>	Agachona común	1	1.72	1	2.86

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

19	<i>Geococcyx californicus</i>	corre caminos	2	3.45	2	5.71
Total			58	100	35	100

DIVERSIDAD

Conforme los resultados obtenidos, se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener es de $H' = 2.6034$ con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta una diversidad media alta, así mismo, de acuerdo al índice de equidad el grupo tiene una distribución de individuos cercana al **0.8842**, cercano al valor de máxima equitatividad (1). Los resultados obtenidos reflejan que dentro de los sitios de muestreo dentro de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental muestran que la diversidad de aves del presente muestreo aún no alcanza los valores de diversidad máxima $H_{max} = 2.9444$. Para el análisis de diversidad solo se consideraron los registros dentro de los transectos.

Tabla IV.116. Índice de Diversidad de las aves dentro del área de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental.

No.	Nombre científico	Abundancia absoluta	Pi=ni/N	Índice de Shannon
1	<i>Corvus corax</i>	2	0.0345	0.1161
2	<i>Cathartes aura</i>	2	0.0345	0.1161
3	<i>Myiarchus cinerascens</i>	5	0.0862	0.2113
4	<i>Buteo swainsoni</i>	2	0.0345	0.1161
5	<i>Passerina amoena</i>	6	0.1034	0.2347
6	<i>Tyrannus verticalis</i>	3	0.0517	0.1532
7	<i>Lanius ludovicianus</i>	10	0.1724	0.3031
8	<i>Egretta thula</i>	1	0.0172	0.0700
9	<i>Streptopelia decaocto</i>	2	0.0345	0.1161

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

No.	Nombre científico	Abundancia absoluta	Pi=ni/N	Índice de Shannon
10	<i>Wilsonia pusilla</i>	10	0.1724	0.3031
11	<i>Piranga ludoviciana</i>	1	0.0172	0.0700
12	<i>Athene cunicularia</i>	1	0.0172	0.0700
13	<i>Chondestes grammacus</i>	2	0.0345	0.1161
14	<i>Chordeiles acutipennis</i>	1	0.0172	0.0700
15	<i>Falco sparverius</i>	1	0.0172	0.0700
16	<i>Zenaida macroura</i>	5	0.0862	0.2113
17	<i>Buteo jamaicensis</i>	1	0.0172	0.0700
18	<i>Gallinago delicata</i>	1	0.0172	0.0700
19	<i>Geococcyx californicus</i>	2	0.0345	0.1161
TOTAL		58		2.6034
		Σni=N	Σni=Pi	Σpi x ln(Pi)
Riqueza S=		19		
Resultado: H' =		2.6034		
Resultado: J' =		0.8842		

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H')

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

S

$$H' = \sum_{i=1} P_i (\ln P_i)$$

i=1

Donde:

Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total (N): Pi= ni/ N

N= Número total de individuos

Índice de Equitatividad de Pielou (J')

J' = $\frac{H'}{\ln S}$	H' =	2.6034	J =	0.8842
	ln S =	2.9444		

Donde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

ln S = Es la diversidad máxima que se obtendría, si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuera perfectamente equitativa

Shannon (H')	2.6034
Riqueza (S)	19
H max	2.9444
Equit (J')	0.8842
PROYECTO:	
CUENCA O SA	

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Conforme los resultados obtenidos se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener está por debajo del mínimo establecido, con lo cual se puede concluir que esta comunidad faunística analizada presenta baja diversidad, así mismo de acuerdo al índice de equidad la comunidad tiene una distribución de individuos tendientes a la uniformidad.

El parámetro de medición del índice de diversidad es de 0 - 5.

* 0 (Cero o nulo).- para cuando los individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie.

*5 (máximo) cuando nos indica que hay mayor diversidad de especies.

Los resultados obtenidos reflejan que dentro de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) muestreado la diversidad de aves es media en contraste con la diversidad máxima.

b. Muestreo en el área del proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial.

RIQUEZA

La riqueza específica (S) de aves dentro del área en estudio del predio del proyecto fue de 5 especies. De las aves registradas en el presente estudio ninguna especie se encuentran en alguna de las categorías de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010; 2 en Protección Especial. En la tabla IV.117 se muestra la riqueza de especies para aves dentro del área de estudio.

Tabla IV.117. Lista taxonómica de las especies de aves registradas en el área del proyecto. Estatus según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y Endemismo.

N o	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Condición	Abundancia
--------	---------	-------------------	--------------	---------	-----------	------------

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

1	Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo		Residente	Rara
2	Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo americano		Residente	Común
3	Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i>	Tórtola turca		Residente, introducido	Rara
4	Emberizidae	<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión arlequín		Residente	Rara
5	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma pitayera		Residente	Abundante

ABUNDANCIA

En los transectos se registraron 15 individuos, siendo *Zenaida asiatica*, la especie que presentó los valores más altos de abundancia absoluta y relativa con 5 individuos (33.33%), seguida de *Chondestes grammacus* y *Corvus corax* con 3 individuos (20.00%) cada una y *Streptopelia decaocto* y *Lanius ludovicianus* con 2 individuos (13.33%) cada una. La información se presenta en la tabla IV.105 muestra la abundancia para cada especie registrada en campo en los puntos de conteo. Mientras que la información correspondiente a los parámetros poblacionales se muestra en la tabla IV.106.

Tabla IV.118. Abundancia de la avifauna registrada en campo en cada uno de los transectos.

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Transecto (400 m)				Total
					1	2	3	4	
1	Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo			3			3
2	Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo americano				2		2

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

3	Columbid ae	<i>Streptopelia decaocto</i>	Tórtola turca		2				2
4	Emberizid ae	<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión arlequín					3	3
5	Columbid ae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma pitayera		2	1	2		5
TOTAL					4	4	4	3	15

Tabla IV.119. Abundancia y frecuencia absoluta y relativa de aves registradas durante el trabajo de campo.

No	Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Frecuencia	Frecuencia Relativa (%)
1	<i>Corvus corax</i>	3	20.00	1	14.29
2	<i>Lanius ludovicianus</i>	2	13.33	1	14.29
3	<i>Streptopelia decaocto</i>	2	13.33	1	14.29
4	<i>Chondestes grammacus</i>	3	20.00	1	14.29
5	<i>Zenaida macroura</i>	5	33.33	3	42.86
	TOTAL	15	100	7	100

DIVERSIDAD

Conforme los resultados obtenidos, se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener es de $H' = 1.5473$ con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta una diversidad media alta, así mismo de acuerdo al índice de equidad el grupo tiene una distribución de individuos cercana al **0.9614**, cercano al valor de máxima equitatividad (1). Los resultados obtenidos reflejan que dentro de los sitios de muestreo dentro del área de estudio del proyecto muestran que la diversidad de aves del presente muestreo aún no alcanza los valores de

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

diversidad máxima $H_{max} = 1.6094$. Para el análisis de diversidad solo se consideraron los registros dentro de los transectos.

Tabla IV.120. Índice de Diversidad de las aves dentro del área de estudio.

No.	Nombre científico	Abundancia absoluta	$P_i = n_i/N$	Índice de Shannon
1	<i>Corvus corax</i>	3	0.2000	0.3219
2	<i>Lanius ludovicianus</i>	2	0.1333	0.2687
3	<i>Streptopelia decaocto</i>	2	0.1333	0.2687
4	<i>Chondestes grammacus</i>	3	0.2000	0.3219
5	<i>Zenaida macroura</i>	5	0.3333	0.3662
TOTAL		15		1.5473
		$\Sigma n_i = N$	$\Sigma P_i = 1$	$\Sigma P_i \times \ln(P_i)$
Riqueza S =		5		
Resultado: H' =		1.5473		
Resultado: J' =		0.9614		

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H')

$$H' = \sum_{i=1}^s P_i (\ln P_i)$$

Donde:

Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total (N): Pi= ni/ N

N= Número total de individuos

Índice de Equitatividad de Pielou (J')

J' = $\frac{H'}{\ln S}$	H' =	1.5473	J =	0.9614
	ln S =	1.6094		

Donde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

ln S = Es la diversidad máxima que se obtendría, si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Shannon (H')	1.5473
Riqueza (S)	5
H max	1.6094
Equit (J')	0.9614
PROYECTO:	
Central de Combustión Interna (CCI)	

Conforme los resultados obtenidos se pueden observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener está por debajo del mínimo establecido, con lo cual se puede concluir que esta comunidad faunística analizada presenta baja diversidad, así mismo de acuerdo al índice de equidad la comunidad tiene una distribución de individuos tendientes a la uniformidad.

El parámetro de medición del índice de diversidad es de 0 - 5.

* 0 (Cero o nulo).- para cuando los individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie.

*5 (máximo) cuando nos indica que hay mayor diversidad de especies.

Los resultados obtenidos reflejan que dentro del predio en estudio muestreado la diversidad de aves es media en contraste con la diversidad máxima.

DOCUMENTO TECNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

4.3.4. Inventario De Mastofauna

MÉTODO

El muestreo de mamíferos se diferenció de acuerdo a las características de los grupos, según sus hábitos y tamaño. Los medios disponibles y las condiciones permitieron distinguir entre mamíferos medianos y grandes y mamíferos pequeños.

La diversidad biológica y las adaptaciones particulares de los distintos órdenes y tallas en mamíferos, obliga a emplear al menos cuatro métodos distintos para la búsqueda y registro de las especies en campo. Esta distinción obedece fundamentalmente a la talla y a los hábitos de cada subgrupo. En concreto, se emplearon dos estrategias de muestreo para mamíferos pequeños: murciélagos (Orden Chiroptera) y roedores (Orden Rodentia) y estrategias de muestreo para mamíferos medianos y grandes: transectos de búsqueda de huellas, excretas y otras evidencias y la activación de estaciones olfativas con dos tipos de registro: fotográfico con cámaras-trampa o de captura.

Primera Etapa: En esta etapa se realizó la búsqueda y consulta de publicaciones relacionadas con la mastofauna de la zona de estudio con la finalidad de integrar un listado preliminar.

Segunda Etapa: El muestreo de mamíferos silvestres implica la integración de distintos métodos, pero los cuatro seleccionados para el presente estudio son los más empleados para el estudio de la mastofauna silvestre, pues obedecen a las características biológicas de cada grupo dentro del clado. Estos son: 1) Búsqueda de huellas y rastros, 2) trampeo para el grupo de roedores, 3) estaciones olfativas para mamíferos medianos y grandes y finalmente, 4) captura con redes de niebla para el grupo de quirópteros.

1. Búsqueda de huellas y rastros (mamíferos medianos y grandes: transectos en banda de ancho fijo para búsqueda de evidencias)

Se realizaron ocho (10) transectos en banda de ancho fijo de 2 metros de ancho y 1000 de longitud para el área de la cuenca hidrológica forestal y cuatro (4) transectos de 400 metros dentro del área del Proyecto. Las rutas seleccionadas se trazaron dentro del ecosistema de vegetación de desiertos arenosos y dentro de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental en análisis y en el predio de la CCI Parque Industrial, dadas las características de la zona de estudio y el proyecto mismo. Durante el recorrido se registraron evidencias de la presencia de cualquier especie de mamífero, como: avistamientos, madrigueras, huellas, excretas u otros signos de su presencia. Los sitios elegidos en cada caso obedecieron en primer término a la representatividad de los tipos de vegetación en la subcuenca y en segundo término al terreno que

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

permita la permanencia de huellas, excretas, letrinas, cadáveres o pelos de guarda, siguiendo las recomendaciones de Aranda (2000). Las unidades muestrales para el análisis estadístico son precisamente, los transectos mencionados a los que se ajustaron los resultados de los distintos métodos de registro.

2. Captura de roedores (Roedores: Captura con trampas)

El muestreo de roedores requirió un trampeo sin remoción, con una distribución de 1 transectos de 20 trampas tipo Sherman. La distancia entre cada trampa fue de 10 metros, abarcando un total de muestreo de 200 metros cuadrados en cada transecto. El cebo empleado fue avena aromatizada con esencia de vainilla y crema de mani.

Bajo este supuesto, los individuos capturados se registran e identifican *in situ* para y posteriormente son liberados en el lugar de captura, manteniendo como axioma el bienestar de los animales antes que la obtención del mayor detalle posible.

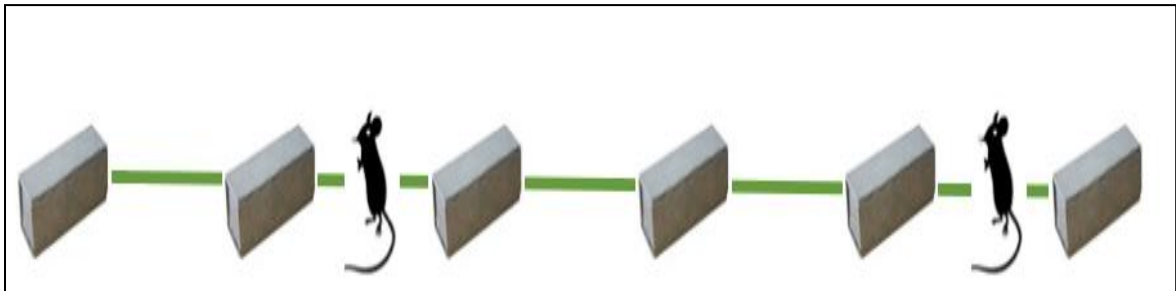


Figura IV.18. Ilustración del transecto de trampas tipo Sherman. La distancia entre cada trampa es de 10 m.

3. Estaciones olfativas (mamíferos medianos y grandes).

Debido a los hábitos de mamíferos medianos y grandes, para el registro de mamíferos medianos y grandes se emplearon tres métodos: el método de estaciones olfativas con captura mediante el uso de trampas tipo Thomahot, el método de estaciones olfativas con registro de cámara trampa y el método de búsqueda de huellas y rastros. En el polígono de estudio se distribuyeron 4

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

estaciones olfativas con registro de cámaras-trampa y 3 más con captura por medio de trampa Thomahot, dentro del predio del Proyecto y de igual manera para la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental. Cada estación olfativa estuvo distanciada al menos 100 metros de cualquier otra. Como cebo se emplean frutos aromáticos, alimento para mascotas y sardina, con la finalidad de atraer mamíferos con cualquier hábito alimenticio. Al igual que en el caso de los roedores, los individuos capturados se liberan en buenas condiciones.

Los parámetros de abundancia relativa para los mamíferos registrados en las estaciones olfativas inscritas dentro de los transectos realizados se obtienen a partir del Índice de Estaciones Visitadas (IEV) mediante la siguiente fórmula:

$$IEV = \left(\frac{N^{\circ} \text{de estaciones visitadas}}{N^{\circ} \text{de estaciones operables}} \right) * 100$$

Partiendo del IEV se obtiene la Abundancia Relativa (AR) mediante la siguiente fórmula:

$$AR = \left(\frac{N^{\circ} \text{de visitas especie}}{N^{\circ} \text{de estaciones visitadas}} \right) * 100$$

Para el método suelen tomarse en cuenta sólo las visitas de la especie de interés, pero debido a que es prioridad el registro de la diversidad de especies en la zona, se registraron todas las especies de mamíferos silvestres capturados o que haya visitado la estación olfativa. Ninguna estación olfativa fue dañada, de manera que se considera que todas las estaciones olfativas se encontraron activas y operantes durante el periodo de muestreo.

4. Captura con redes de niebla (Murciélagos: Captura al vuelo).

Para el registro de murciélagos se empleó el método de captura más eficaz para campo abierto: la técnica de captura al vuelo con redes de niebla. Para lo cual, y en consideración del tipo de

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

vegetación y temporada invernal, se emplearon 4 redes de 12 metros de longitud y 2.5 metros de altura cada una, sumando un esfuerzo de muestreo total de 36 metros de red por día. El horario de activación fue alrededor de las 18:00 hasta 3 horas posteriores al ocaso. El criterio de selección para la colocación de redes obedece la presencia cercana de plantas con frutos, plantas polinizadas por murciélagos, lugares potenciales de forrajeo (en el caso de insectívoros), de rutas de vuelo (pasillos vegetales), cuerpos temporales de agua (arroyos y charcos naturales o artificiales) y cercanía a agrupaciones vegetales que potencialmente proporcionan refugio o descanso para este grupo de mamíferos, según las recomendaciones de Kunz, (1988). Los individuos capturados se identifican a nivel de especie y género sexual. Esta técnica contempla que ningún individuo sea sacrificado, marcado o dañado; todos se liberan en buen estado.

Determinación taxonómica de las especies

La información de las evidencias de las especies registradas en campo, se contrastaron con dos principales fuentes de información para todos los grupos: la obra de Ceballos, G. y Oliva, G. (2005) y la obra de Villa, B. y Cervantes, F. (2002). Adicionalmente, para órdenes específicos se consultaron obras específicas, como en el caso de quirópteros se emplea la guía de Medellín, R. A. et al (2007); para roedores la obra de Hall (1981) y para la identificación de huellas y rastros de mamíferos grandes y medianos se consideró Aranda, M. (2000), así como las obras de Burt, W. y Grossenheider, R. (1976) y Whitaker, J. (1996).



DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



Fotografía IV.2. Colocación de trampas tipo Sherman, Camaras y Tomahawk para la captura de mamíferos pequeños y mediamos.



Fotografía IV.3. Búsqueda e identificación de rastros.

Modelos y ecuaciones utilizados para determinar los parámetros bióticos de los grupos faunísticos.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder estimarla entre diferentes ecosistemas o áreas. Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial del ecosistema, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitabilidad.

Abundancia relativa

La abundancia relativa es la incidencia relativa de cada uno de los elementos en relación a los demás, es decir, el número de individuos de una especie con respecto a otra especie. Y se obtiene de la ecuación:

$$Ab\ rel = (n_i/N) * 100$$

Donde:

N_i = número de individuos de la especie i

N = número total de individuos de todas las especies

Frecuencia relativa

La frecuencia de un evento (i) es el número (n_i) de veces que el evento ocurre en el estudio. La frecuencia relativa se refiere al total de frecuencias absolutas de todos los eventos. Es decir el número de sitios de muestreo (n) dónde una especie ocurre dividido entre la suma de todas las frecuencias y se calcula con la ecuación:

$$f_i = \frac{n_i}{N} = \frac{n_i}{\sum_i n_i}$$

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Índice de diversidad de Shannon-Weaver

Para el cálculo de la diversidad se utilizó el índice Shannon-Weaver (H'); Shannon y Weaver, 1949) con la ecuación:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Donde:

S – número de especies (riqueza de especies)

p_i – abundancia relativa de la especie i (se obtiene de dividir el número de individuos de la X_i especie multiplicado por 100 y dividido entre el número total de individuos registrados).

La comunidad ecológica es un conjunto de especies que interactúan en tiempo y espacio. De aquí que uno de los descriptores más simple de una comunidad sea un número de especies o riqueza. Sin embargo el número de especies por sí solo no considera el hecho de que algunas especies son más abundantes y otras son más bien raras. Los índices de diversidad además de la riqueza ponderan la abundancia de las diferentes especies. En este sentido se han desarrollado diferentes índices para medir la diversidad (Magurran 1988), pero uno de los más utilizados debido a su robustez es el de Shannon-Weaver (H').

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

Índice de equidad de Pielou

Este índice mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Pielou, 1975; Moreno, 2001).

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

$$J = \frac{H}{H_{max}}$$

Donde:

H = diversidad

H_{max} = diversidad máxima

Donde $H_{max} = \ln(S)$

S = número de especies

Especies prioritarias

Para verificar el estatus de conservación de las especies registradas se utilizó el criterio de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010) y especies endémicas.

RESULTADOS:

- a. ***Muestreo en el área de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado***

RIQUEZA

La riqueza específica (S) registrada durante el muestreo de mamíferos dentro de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental fue de 5 especies, ninguna de las cuales se encuentra en la categoría Protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Los resultados en el grupo de los mamíferos tienen distintas interpretaciones, pero la época invernal en que se realizó el trabajo de campo influye en los resultados, pues buena parte de los mamíferos disminuyen su actividad y, por tanto, la probabilidad de avistamientos y capturas. En la tabla IV.121 se muestra la riqueza de especies de mamíferos registradas dentro del área de estudio.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Tabla IV.121. Lista taxonómica de las especies de mamíferos registradas en el área de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental. Ninguna especie encontrada se encuentra en categoría de NOM-059-SEMARNAT-2010 o endémica.

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059
1	Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	Liebre de cola negra	
2	Heteromyidae	<i>Dipodomys merriami</i>	Rata canguro	
3	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	
4	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorrita del desierto	
5	Sciuridae	<i>Xerospermophilus tereticaudus</i>	Juancito	

ABUNDANCIA

Durante el trabajo de campo se registraron 15 individuos, siendo el *Canis latrans* la que presentó la mayor abundancia con registro de 5 individuos y abundancia relativa de 33.0%, seguida del *Dipodomys merriami* con 4 individuos y abundancia relativa de 27.0%; y *Lepus californicus* con 3 individuos y una abundancia relativa del 20.0%. La información correspondiente a los parámetros poblacionales se presenta en la tabla IV.122.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Tabla IV.122. Abundancia de los mamíferos registrados en campo en cada uno de los transectos.

N o	Nombre científico	Nombre común	Transecto (1000 m)										Total		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	<i>Lepus californicus</i>	Liebre de cola negra		1			1		1						3
2	<i>Dipodomys merriami</i>	Rata canguro	2		1							1			4
3	<i>Canis latrans</i>	Coyote	2	1			1							1	5
4	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorrita del desierto				1					1				2
5	<i>Xerospermophilus tereticaudus</i>	Juancito				1									1
TOTAL			4	2	1	2	2	0	1	1	1	1	1	1	15

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Tabla IV.123. Abundancia y frecuencia absoluta y relativa de mamíferos registrados durante el trabajo de campo.

N o	Nombre Científico	Nombre Común	Abundan cia Absoluta	Abundan cia relativa %	Frecuen cia	Frecuen cia relativa (%)
1	<i>Lepus californicus</i>	Liebre de cola negra	3	20	3	23.08
2	<i>Dipodomys merriami</i>	Rata canguro	4	27	3	23.08
3	<i>Canis latrans</i>	Coyote	5	33	4	30.77
4	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorrita del desierto	2	13	2	15.38
5	<i>Xerospermophilus tereticaudus</i>	Juancito	1	7	1	7.69
TOTAL			15	100	13	100.00

DIVERSIDAD

Conforme a los resultados obtenidos se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener es de $H' = 1.4898$. Es necesario recordar que este índice por sí solo no representa un valor concluyente de diversidad, sino un elemento más que permite contar con información de campo para contribuir a la toma de decisiones respecto al estudio completo. En este contexto y con fines comparativos, el valor calculado de diversidad máxima de Shannon-Wiener (H'_{max}) el cual se estima a partir del logaritmo natural del número de especies registradas en el área de la

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental (5 spp; $H'_{\max} = 1.6094$) encontramos que el valor obtenido de diversidad para este estudio es alto. El índice de equidad de Pielou el cual presenta un valor de $J = 0.9256$, que indica que la diversidad máxima estimada y la encontrada son valores cercanos.

Tabla IV.124. Índice de diversidad de mamíferos dentro del área de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental.

No.	Nombre científico	Abundancia Absoluta	$P_i = n_i/N$	Índice de Shannon
1	<i>Lepus californicus</i>	3	0.2000	0.3219
2	<i>Dipodomys merriami</i>	4	0.2667	0.3525
3	<i>Canis latrans</i>	5	0.3333	0.3662
4	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	2	0.1333	0.2687
5	<i>Xerospermophilus tereticaudus</i>	1	0.0667	0.1805
		15		1.4898
		$\Sigma n_i = N$	$\Sigma n_i = P_i$	$\Sigma p_i \times \ln(P_i)$
	Riqueza S=	5		
	Resultado: $H' =$	1.4898		
	Resultado: $J' =$	0.9256		

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H')

$$H' = \sum_{i=1}^s P_i (\ln P_i)$$

Donde:

P_i = proporción de la especie (n_i) en la muestra total (N): P_i= n_i/ N

N= Número total de individuos

Índice de Equitatividad de Pielou (J')

$J' = \frac{H'}{\ln S}$	H'= 1.4898	J= 0.9256
	lnS= 1.6094	

Donde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

ln S = Es la diversidad máxima que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas

Shannon (H')	1.4898
Riqueza (S)	5
H max	1.6094
Equit (J')	0.9256

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

PROYECTO:
CUENCA O SA

Conforme los resultados obtenidos se pueden observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener está por debajo del mínimo establecido, con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta baja diversidad, así mismo de acuerdo al índice de equidad la comunidad tiene una distribución de individuos tendientes a la uniformidad.

El parámetro de medición del índice de diversidad es de 0 - 5.

* 0 (Cero o nulo).- para cuando los individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie.

*5 (máximo) cuando nos indica que hay mayor diversidad de especies.

Los resultados obtenidos reflejan que dentro de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) muestreado la diversidad de mamíferos es media en contraste con la diversidad máxima.

b. ***Muestreo en el área del proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial.***

RIQUEZA

La riqueza específica (S) registrada durante el muestreo de mamíferos dentro del área del proyecto fue de 3 especies, ninguna de las cuales se encuentra en la categoría Protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Los resultados en el grupo de los mamíferos tienen distintas interpretaciones, pero la época en que se realizó el trabajo de campo influye en los resultados, pues buena parte de los mamíferos disminuyen su actividad y, por tanto, la probabilidad de avistamientos y capturas. En la tabla IV.125 se muestra la riqueza de especies de mamíferos registradas dentro del área de estudio.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Tabla IV.125. Lista taxonómica de las especies de mamíferos registradas en el área del proyecto. Ninguna especie encontrada se encuentra en categoría de NOM-059-SEMARNAT-2010 o endémica.

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059
1	Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	Liebre de cola negra	
2	Heteromyidae	<i>Dipodomys merriami</i>	Rata canguro	
3	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	

ABUNDANCIA

Durante el trabajo de campo se registraron 5 individuos, siendo el *Canis latrans* y *Dipodomys merriami* las que presentaron la mayor abundancia con registro de 2 individuos cada una y abundancia relativa de 40.0%, seguida del *Lepus californicus* con 1 individuos y abundancia relativa de 20.0%. La información correspondiente a los parámetros poblacionales se presenta en la tabla IV.126.

Tabla IV.126. Abundancia de los mamíferos registrados en campo en cada uno de los transectos.

No	Nombre científico	Nombre común	Transecto (400 m)				Total
			1	2	3	4	
1	<i>Lepus californicus</i>	Liebre de cola negra				1	1
2	<i>Dipodomys merriami</i>	Rata canguro	1		1		2
3	<i>Canis latrans</i>	Coyote		1		1	2
	TOTAL		1	1	1	2	5

Tabla IV.127. Abundancia y frecuencia absoluta y relativa de mamíferos registrados durante el trabajo de campo.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

No	Especie	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa %	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)
1	<i>Lepus californicus</i>	1	20	1	20.00
2	<i>Dipodomys merriami</i>	2	40	2	40.00
3	<i>Canis latrans</i>	2	40	2	40.00
	TOTAL	5	100	5	100.00

DIVERSIDAD

Conforme a los resultados obtenidos se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener es de $H' = 1.0549$. Es necesario recordar que este índice por sí solo no representa un valor concluyente de diversidad, sino un elemento más que permite contar con información de campo para contribuir a la toma de decisiones respecto al estudio completo. En este contexto y con fines comparativos, el valor calculado de diversidad máxima de Shannon-Wiener (H'_{max}) el cual se estima a partir del logaritmo natural del número de especies registradas en el área (3 spp; $H'_{max} = 1.0986$) encontramos que el valor obtenido de diversidad para este estudio es alto. El índice de equidad de Pielou el cual presenta un valor de $J = 0.9602$, que indica que la diversidad máxima estimada y la encontrada son valores cercanos.

Tabla IV.128. Índice de diversidad de mamíferos dentro del área de estudio.

No.	Nombre científico	Abundancia Absoluta	Pi=ni/N	Índice de Shannon
1	<i>Lepus californicus</i>	1	0.2000	1.6094
2	<i>Dipodomys merriami</i>	2	0.4000	0.9163
3	<i>Canis latrans</i>	2	0.4000	0.9163
	TOTAL	5		1.0549

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

		$\Sigma ni=N$	$\Sigma ni=Pi$	$\Sigma pi \times \ln(Pi)$
	Riqueza S=	3		
	Resultado: H' =	1.0549		
	Resultado: J' =	0.9602		

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H')

s

$$H' = \sum_{i=1}^s Pi (\ln Pi)$$

i=1

Donde:

Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total (N): Pi= ni/ N

N= Número total de individuos

Índice de Equitatividad de Pielou (J')

$J' = \frac{H'}{\ln S}$	$H' =$	<u>1.0549</u>	$J =$	<u>0.9602</u>
	$\ln S =$	1.0986		

Donde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

In S = Es la diversidad máxima que se obtendría, si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Shannon (H')	1.0549
Riqueza (S)	3
H max	1.0986
Equit (J')	0.9602
PROYECTO:	
Central de Combustión Interna (CCI)	

Conforme los resultados obtenidos se pueden observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener está por debajo del mínimo establecido, con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta baja diversidad, así mismo de acuerdo al índice de equidad la comunidad faunística tiene una distribución de individuos tendientes a la uniformidad.

El parámetro de medición del índice de diversidad es de 0 - 5.

* 0 (Cero o nulo).- para cuando los individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie.

*5 (máximo) cuando nos indica que hay mayor diversidad de especies.

Los resultados obtenidos reflejan que dentro del predio en estudio muestreado la diversidad de mamíferos es media en contraste con la diversidad máxima.

4.3.5. Inventario De Anfibios Y Reptiles

Método de muestreo de la herpetofauna

Primera etapa: En esta etapa se realizó la búsqueda y consulta de publicaciones relacionadas con la herpetofauna de la zona de estudio con la finalidad de integrar un listado preliminar.

Como resultado de esta etapa se obtuvo el listado potencial de herpetofauna para la cuenca. En el listado potencial se identificaron las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en alguna categoría de protección especial, amenazadas, y en peligro de extinción y especies endémicas.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Segunda etapa: Existen muchos métodos utilizados para el muestreo de anfibios y reptiles. El método para elegir depende de los objetivos, se realizó el trabajo de campo en el cual se utilizó el método de transecto de ancho fijo para la búsqueda intensiva tratando de abarcar la mayor área posible. En el caso del presente estudio, se realizaron 10 transectos en banda con longitud de 1000.0 m para la cuenca hidrológica forestal y 4 transectos de 400.0 m para el área del predio en Proyecto y con un ancho de 3 m a cada lado dentro del área de estudio (figura IV.19), ya sea en línea recta o de forma irregular de acuerdo a la disponibilidad de caminos o veredas, lo que implicó una superficie de 1.20 ha. Los muestreos se realizaron durante el día, entre las 8:00 y las 18:00 hrs. Cada transecto se caminó lentamente a través del área elegida revisando cada micro hábitat potencial dónde localizar a la herpetofauna. Se revisaron todos los microhábitats posibles: en el suelo, bajo y sobre rocas, removiendo hojarasca, bajo y sobre troncos caídos, árboles, orillas de cuerpos de agua, raíces y cercados. Durante el trayecto se utilizaron ganchos herpetológicos, técnica muy recomendable principalmente para el manejo de especies venenosas, igualmente son herramientas útiles para la búsqueda ya que evitan el levantamiento de troncos y hojarasca directamente con las manos. La búsqueda fue intensiva y sistemática en sitios potenciales de encuentro.

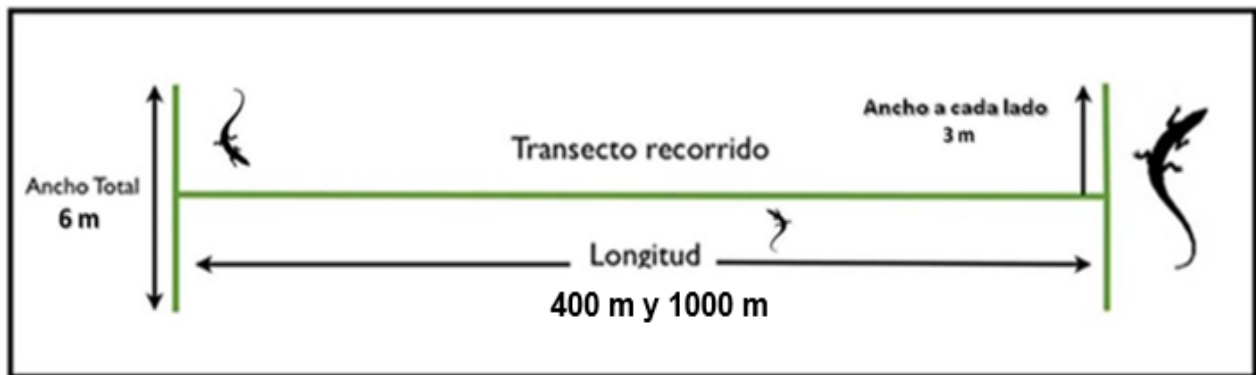


Figura IV.19. representación gráfica de los transectos en banda de ancho fijo para el muestreo de la herpetofauna

Identificación taxonómica de las especies

Para la identificación de los individuos se consideran las claves taxonómicas de Casas-Andreu (1979) y diferentes guías de campo y libros (Conant y Collins, 1998; Stebbins, 2003; Lemos-Espinal *et al.*, 2004; Samaniego Herrera *et al.*, 2007; y Lemos-Espinal y Smith, 2008) e internet

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

(CONABIO a través de su plataforma “Naturalista”; revisada en línea entre el 21 y 30 de enero del 2015: <http://www.naturalista.mx/>). La nomenclatura científica y el arreglo sistemático de los nombres de la herpetofauna son acordes a la propuesta del American Museum of Natural History y a Uetz, 2014. Las categorías de riesgo en las cuales se ubican las especies se determinaron con base en la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (D.O.F., 2010).



Fotografía IV.4. Modo en que se realizó la búsqueda de la herpetofauna con el uso de un gancho herpetológico

RESULTADOS

a. Muestreo en la la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado

RIQUEZA

La riqueza específica (S) de herpetofauna dentro del área de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental fue de 5 especies, de las cuales las mismas 3 se encuentran en alguna de las categorías de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010; 1 Amenazada, 1 en peligro de extinción y 1 en Protección Especial. En la tabla IV.129 se muestra la riqueza de especies para la herpetofauna dentro del área de estudio. Estos resultados tienen distintas interpretaciones, pero la época en que se realizó el trabajo de campo influye en dichos resultados, pues buena parte de la herpetofauna disminuye su actividad y, por tanto, la probabilidad de avistamientos y capturas.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Tabla IV.129. Lista taxonómica de las especies de herpetofauna registrada en el área de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental.

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059
1	Phrynosomatidae	<i>Callisaurus draconoides</i>	Cachora Arenera	A
2	Viperidae	<i>Crotalus cerastes</i>	Cascabel cornuda	Pr
3	Teiidae	<i>Aspidozelis tigris</i>	Guico	
4	Iguanidae	<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	Iguana desértica	
5	Phrynosomatidae	<i>Uma notata</i>	Lagartija arenera	P

Nota = A = Amenazada, Pr = Protección especial y * Endémico

ABUNDANCIA

En los transectos se registraron 20 individuos, siendo *Dipsosaurus dorsalis* la especie que presentó los valores más altos de abundancia absoluta y relativa con 9 individuos (45.00%), seguida de *Callisaurus draconoides* con 7 individuos (35.0%), y *Aspidozelis tigris* con 2 individuos (10.0%). La tabla IV.130 muestra la abundancia para cada especie registrada en campo en los transectos de muestreo. Mientras que la información correspondiente a los parámetros poblacionales se muestra en la tabla VI.131.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Tabla IV.130. Abundancia de la herpetofauna registrada en campo en cada uno de los transectos.

N o	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Transecto (1000 m)										Tot al
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	<i>Callisaurus draconoides</i>	Cachora Arenera	A	1		1	1		1		2		1	7
2	<i>Crotalus cerastes</i>	Cascabel cornuda	Pr										1	1
3	<i>Aspidoscelis tigris</i>	Guico			1				1					2
4	<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	Iguana desértica		2		1		2		2		1	1	9
5	<i>Uma notata</i>	Lagartija arenera	P										1	1
TOTAL				3	1	2	1	2	2	2	2	1	4	20

Tabla IV.131. Abundancia y frecuencia absoluta y relativa de herpetofauna registrada durante el trabajo de campo.

No	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia absoluta	Abundancia relativa (%)	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)
1	<i>Callisaurus draconoides</i>	Cachora Arenera	7	35.00	6	37.50
2	<i>Crotalus cerastes</i>	Cascabel cornuda	1	5.00	1	6.25
3	<i>Aspidoscelis tigris</i>	Guico	2	10.00	2	12.50

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

4	<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	Iguana desértica	9	45.00	6	37.50
5	<i>Uma notata</i>	Lagartija arenera	1	5.00	1	6.25
	TOTAL		20	100.00	16	100.00

DIVERSIDAD

Conforme el resultado obtenido se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener es de $H' = 0.6659$. Así mismo, de acuerdo al índice de equidad, el grupo tiene una distribución de individuos cercana al **0.3716**, lo que indica que la comunidad presenta especies dominantes. Los resultados obtenidos reflejan que dentro de los sitios de muestreo dentro de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental muestran que la diversidad de herpetofauna del presente muestreo aún no alcanza los valores de diversidad máxima $H_{max} = 1.7918$.

Tabla IV.132. Índice de diversidad de la herpetofauna dentro de cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental.

No.	Nombre científico	Abundancia absoluta	Pi=ni/N	Índice de Shannon
1	<i>Callisaurus draconoides</i>	7	0.0886	0.2147
2	<i>Crotalus cerastes</i>	1	0.0127	0.0553
3	<i>Aspidoscelis tigris</i>	2	0.0253	0.0931
4	<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	9	0.1139	0.2475
5	<i>Uma notata</i>	1	0.0127	0.0553
	TOTAL	20		0.6659
		$\Sigma ni = N$	$\Sigma pi = Pi$	$\Sigma pi \times \ln(Pi)$
	Riqueza S=	5		

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Resultado: H' =	0.6659
Resultado: J' =	0.3716

Índice de Diversidad Shannon-Wiener
(H')

s

$$H' = \sum_{i=1}^s P_i (\ln P_i)$$

i=1

Donde:

Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total (N): $P_i = \frac{n_i}{N}$

N= Número total de individuos

Índice de Equitatividad de Pielou (J')

J' = $\frac{H'}{\ln S}$	H' = <u>0.6659</u>	J =	0.3716
	ln S = 1.7918		

Donde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

ln S = Es la diversidad máxima que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad registrada fuera perfectamente equitativas

Shannon (H')	0.6659
---------------------	---------------

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Riqueza (S)	5
H max	1.7918
Equit (J')	0.3716
PROYECTO: Cuenca o SA	

Conforme los resultados obtenidos se pueden observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener está por debajo del mínimo establecido, con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta baja diversidad, así mismo de acuerdo al índice de equidad la comunidad faunística tiene una distribución de individuos tendientes a la uniformidad.

El parámetro de medición del índice de diversidad es de 0 - 5.

* 0 (Cero o nulo).- para cuando los individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie.

*5 (máximo) cuando nos indica que hay mayor diversidad de especies.

Los resultados obtenidos reflejan que dentro de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) muestreado la diversidad de los anfibios y reptiles es media en contraste con la diversidad máxima.

b. Muestreo en el área del proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

RIQUEZA

La riqueza específica (S) de herpetofauna dentro del área del proyecto fue de 3 especies, de las cuales las mismas 2 se encuentran en alguna de las categorías de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010; 1 Amenazada y 1 en Protección Especial. En la tabla IV.133 se muestra la riqueza de especies para la herpetofauna dentro del área de estudio. Estos resultados tienen distintas interpretaciones, pero la época en que se realizó el trabajo de campo influye en dichos resultados, pues buena parte de la herpetofauna disminuye su actividad y, por tanto, la probabilidad de avistamientos y capturas.

Tabla IV.133. Lista taxonómica de las especies de herpetofauna registrada en el área del proyecto.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

No	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059
1	<i>Callisaurus draconoides</i>	Cachora Arenera	A
2	<i>Crotalus cerastes</i>	Cascabel cornuda	Pr
3	<i>Aspidoscelis tigris</i>	Guico	
	TOTAL		

Nota = A = Amenazada, Pr = Protección especial y * Endémico

ABUNDANCIA

En los transectos se registraron 17 individuos, siendo *Callisaurus draconoides* la especie que presentó los valores más altos de abundancia absoluta y relativa con 12 individuos (70.59%), seguida de *Aspidoscelis tigris* con 4 individuos (23.53%), y *Crotalus cerastes* con 1 individuos (5.88%). La tabla IV.134 muestra la abundancia para cada especie registrada en campo en los transectos de muestreo. Mientras que la información correspondiente a los parámetros poblacionales se muestra en la tabla IV.135.

Tabla IV.134. Abundancia de la herpetofauna registrada en campo en cada uno de los transectos.

No	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Transecto (400 m)				Total
				1	2	3	4	
1	<i>Callisaurus draconoides</i>	Cachora Arenera	A	1	7	2	2	12
2	<i>Crotalus cerastes</i>	Cascabel cornuda	Pr				1	1
3	<i>Aspidoscelis tigris</i>	Guico		2	2			4
Total				3	9	2	3	17

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Tabla IV.135. Abundancia y frecuencia absoluta y relativa de herpetofauna registrada durante el trabajo de campo.

No	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Abundancia absoluta	Abundancia relativa (%)	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)
1	<i>Callisaurus draconoides</i>	Cachora Arenera	12	70.59	4	57.14
2	<i>Crotalus cerastes</i>	Cascabel cornuda	1	5.88	1	14.29
3	<i>Aspidoscelis tigris</i>	Guico	4	23.53	2	28.57
	TOTAL		17	100.00	7	100.00

DIVERSIDAD

Conforme el resultado obtenido se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener es de $H' = 0.4926$. Así mismo de acuerdo al índice de equidad, el grupo tiene una distribución de individuos cercana al **0.2749**, lo que indica que la comunidad presenta especies dominantes. Los resultados obtenidos reflejan que dentro de los sitios de muestreo dentro del área del predio en estudio muestran que la diversidad de herpetofauna del presente muestreo aún no alcanza los valores de diversidad máxima $H_{max} = 1.7918$.

Tabla IV.136. Índice de diversidad de la herpetofauna dentro del área de estudio.

No.	Nombre científico	Abundancia absoluta	$P_i = n_i/N$	Índice de Shannon
1	<i>Callisaurus draconoides</i>	12	0.1519	0.2863
2	<i>Crotalus cerastes</i>	1	0.0127	0.0553

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

3	<i>Aspidoscelis tigris</i>	4	0.0506	0.1510
TOTAL		17		0.4926
		$\Sigma ni=N$	$\Sigma ni=Pi$	$\Sigma pi \times \ln(Pi)$
Riqueza S=		3		
Resultado: H' =		0.4926		
Resultado: J' =		0.2749		

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H')

s

$$H' = \sum_{i=1}^s P_i (\ln P_i)$$

i=1

Donde:

Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total (N): Pi= ni/ N

N= Número total de individuos

Índice de Equitatividad de Pielou (J')

$J' = \frac{H'}{\ln S}$	$H' =$ <u>0.4926</u>	$J =$ <u>0.2749</u>
	$\ln S =$ 1.7918	

Donde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

In S = Es la diversidad máxima que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad registrada fuera perfectamente equitativas

Shannon (H')	0.4926
Riqueza (S)	3
H max	1.7918
Equit (J')	0.2749
PROYECTO:	
Central de Combustión Interna (CCI)	

Conforme los resultados obtenidos se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener está por debajo del mínimo establecido, con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta baja diversidad, así mismo de acuerdo al índice de equidad la comunidad tiene una distribución de individuos tendientes a la uniformidad.

El parámetro de medición del índice de diversidad es de 0 - 5.

* 0 (Cero o nulo).- para cuando los individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie.

*5 (máximo) cuando nos indica que hay mayor diversidad de especies.

Los resultados obtenidos reflejan que dentro del predio en estudio muestreado la diversidad de los anfibios y reptiles es media en contraste con la diversidad máxima.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Resumen de la presencia de especies de fauna silvestre bajo régimen de protección legal.

Especies de fauna silvestre prioritarias de conservación registradas dentro del área de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental.

Dentro del área de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental se registraron 4 especies prioritarias según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV.137. Especies NOM-059 y endémicas para México (E) registradas dentro del área de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental.

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059
1	Accipitridae	<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de swainson	Pr
2	Phrynosomatidae	<i>Callisaurus draconoides</i>	Cachora Arenera	A
3	Viperidae	<i>Crotalus cerastes</i>	Cascabel cornuda	Pr
4	Phrynosomatidae	<i>Uma notata</i>	Lagartija arenera	P

GRUPO	ESPECIES	%	ABUNDANCIA	%	ESPECIES EN CATEGORÍAS DE RIESGO EN NOM-059-SEMARNAT-2010			
					P	Pr	A	E

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Aves	19	66	58	62		1		
Mamíferos	5	17	15	16				
Reptiles	5	17	20	22	1	1	1	
Totales	29	100	93	100				

Nota = A = Amenazada, Pr = Protección especial y * Endémico

Especies de fauna silvestre prioritarias de conservación registradas dentro del área de estudio.

Dentro del área del proyecto se registraron 2 especies prioritarias según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV.138. Especies NOM-059 registradas dentro del área del proyecto.

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059
1	Phrynosomatidae	<i>Callisaurus draconoides</i>	Cachora Arenera	A
2	Viperidae	<i>Crotalus cerastes</i>	Cascabel cornuda	Pr

GRUPO	ESPECIES	%	ABUNDANCIA	%	ESPECIES EN CATEGORÍAS DE RIESGO EN NOM-059-SEMARNAT-2010			
					P	Pr	A	E
Aves	5	46	15	41				
Mamíferos	3	27	5	13				
Reptiles	3	27	17	46		1	1	

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Totales	11	100	37	100				
---------	----	-----	----	-----	--	--	--	--

Nota = A = Amenazada, Pr = Protección especial y * Endémico

4.4. Resumen Del Análisis De La Riqueza, Abundancia Y Diversidad Faunística De La Unidad De Análisis (Cuenca Hidrográfica Forestal O Sistema Ambiental) Microcuencas Desierto De Altar Y San Luis Río Colorado

Dominancia relativa

El comportamiento de la fauna registrada de manera directa, dentro de los sitios de muestreo en el área del sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal, en términos de abundancia relativa es de la siguiente manera.

Reptiles y Anfibios. La riqueza específica (S) de herpetofauna dentro del área de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental fue de 5 especies, de las cuales las mismas 3 se encuentran en alguna de las categorías de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010; 1 Amenazada, 1 en peligro de extinción y 1 en Protección Especial. En los transectos se registraron 20 individuos, siendo *Dipsosaurus dorsalis* la especie que presentó los valores más altos de abundancia absoluta y relativa con 9 individuos (45.00%), seguida de *Callisaurus draconoides* con 7 individuos (35.0%), y *Aspidoscelis tigris* con 2 individuos (10.0%). Conforme el resultado obtenido se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener es de **H' = 0.6659**. Así mismo, de acuerdo al índice de equidad, el grupo tiene una distribución de individuos cercana al **0.3716**, lo que indica que la comunidad presenta especies dominantes. Los resultados obtenidos reflejan que dentro de los sitios de muestreo dentro de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental muestran que la diversidad de herpetofauna del presente muestreo aún no alcanza los valores de diversidad máxima $H_{max} = 1.7918$.

Aves. La riqueza específica (S) de aves dentro del área en estudio de cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental fue de 19 especies. De las aves registradas en el presente estudio 1 especie se encuentran en alguna de las categorías de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010; 1 en Protección Especial. En los transectos se registraron 58 individuos, siendo *Lanius ludovicianus*, la especie que presentó los valores más altos de abundancia absoluta y relativa con 10 individuos (17.24%), seguida de *Wilsonia pusilla* con 10 individuos (17.24%), y *Passerina amoena* con 6

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

individuos (10.34%). Conforme los resultados obtenidos, se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener es de $H' = 2.6034$ con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta una diversidad media alta, así mismo, de acuerdo al índice de equidad el grupo tiene una distribución de individuos cercana al **0.8842**, cercano al valor de máxima equitatividad (1). Los resultados obtenidos reflejan que dentro de los sitios de muestreo dentro de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental muestran que la diversidad de aves del presente muestreo aún no alcanza los valores de diversidad máxima $H_{max} = 2.9444$.

Mamíferos. La riqueza específica (S) registrada durante el muestreo de mamíferos dentro de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental fue de 5 especies, ninguna de las cuales se encuentra en la categoría Protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Durante el trabajo de campo se registraron 15 individuos, siendo el *Canis latrans* la que presentó la mayor abundancia con registro de 5 individuos y abundancia relativa de 33.0%, seguida del *Dipodomys merriami* con 4 individuos y abundancia relativa de 27.0%; y *Lepus californicus* con 3 individuos y una abundancia relativa del 20.0%. Conforme a los resultados obtenidos se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener es de $H' = 1.4898$. Es necesario recordar que este índice por sí solo no representa un valor concluyente de diversidad, sino un elemento más que permite contar con información de campo para contribuir a la toma de decisiones respecto al estudio completo. En este contexto y con fines comparativos, el valor calculado de diversidad máxima de Shannon-Wiener (H'_{max}) el cual se estima a partir del logaritmo natural del número de especies registradas en el área de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental (5 spp; $H'_{max} = 1.6094$) encontramos que el valor obtenido de diversidad para este estudio es alto. El índice de equidad de Pielou el cual presenta un valor de $J = 0.9256$, que indica que la diversidad máxima estimada y la encontrada son valores cercanos.

En términos de riqueza y diversidad dentro de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental, se registraron 29 especies de fauna silvestre. El grupo de las aves fue el que presentó el mayor número de especies con 19 y el índice de diversidad más alta con $H' = 2.6034$. Sin embargo, para la herpetofauna se obtuvo el mayor número de especies consideradas prioritarias según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas (tabla IV.139).

Tabla IV.139. Riqueza, diversidad, equitatividad y especies prioritarias según la NOM-059-SEMARNAT-2010 de cada uno de los grupos estudiados dentro del área del sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal.

Grupo	Riqueza (s)	H'	H_{max}	J'	NOM-059	End.
-------	-------------	------	-----------	------	---------	------

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Herpetofauna	5	0.6659	1.7918	0.3716	3	
Avifauna	19	2.6034	2.9444	0.8842	1	
Mastofauna	5	1.4898	1.6094	0.9256		
Total	29				4	

Resumen del Análisis de la riqueza, abundancia y diversidad faunística del predio del proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Dominancia relativa

El comportamiento de la fauna registrada de manera directa, dentro de los sitios de muestreo en el área del predio en estudio, en términos de abundancia relativa es de la siguiente manera.

Reptiles y Anfibios. La riqueza específica (S) de herpetofauna dentro del área del proyecto fue de 3 especies, de las cuales las mismas 2 se encuentran en alguna de las categorías de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010; 1 Amenazada y 1 en Protección Especial. En los transectos se registraron 17 individuos, siendo *Callisaurus draconoides* la especie que presentó los valores más altos de abundancia absoluta y relativa con 12 individuos (70.59%), seguida de *Aspidoscelis tigris* con 4 individuos (23.53%), y *Crotalus cerastes* con 1 individuos (5.88%). Conforme el resultado obtenido se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener es de $H' = 0.4926$. Así mismo de acuerdo al índice de equidad, el grupo tiene una distribución de individuos cercana al **0.2749**, lo que indica que la comunidad presenta especies dominantes. Los resultados obtenidos reflejan que dentro de los sitios de muestreo dentro del área del predio en estudio muestran que la diversidad de herpetofauna del presente muestreo aún no alcanza los valores de diversidad máxima $H_{max} = 1.7918$.

Aves. La riqueza específica (S) de aves dentro del área en estudio del predio del proyecto fue de 5 especies. De las aves registradas en el presente estudio ninguna especie se encuentran en alguna de las categorías de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010; 2 en Protección Especial. En los transectos se registraron 15 individuos, siendo *Zenaida asiatica*, la especie que presentó los valores más altos de abundancia absoluta y relativa con 5 individuos (33.33%), seguida de *Chondestes grammacus* y *Corvus corax* con 3 individuos (20.00%) cada una y *Streptopelia decaocto* y *Lanius ludovicianus* con 2 individuos (13.33%) cada una. Conforme los resultados obtenidos, se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener es de

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

$H' = 1.5473$ con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta una diversidad media alta, así mismo de acuerdo al índice de equidad el grupo tiene una distribución de individuos cercana al **0.9614**, cercano al valor de máxima equitatividad (1). Los resultados obtenidos reflejan que dentro de los sitios de muestreo dentro del área de estudio del proyecto muestran que la diversidad de aves del presente muestreo aún no alcanza los valores de diversidad máxima $H_{max} = 1.6094$.

Mamíferos. La riqueza específica (S) registrada durante el muestreo de mamíferos dentro del área del proyecto fue de 3 especies, ninguna de las cuales se encuentra en la categoría Protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Durante el trabajo de campo se registraron 5 individuos, siendo el *Canis latrans* y *Dipodomys merriami* las que presentaron la mayor abundancia con registro de 2 individuos cada una y abundancia relativa de 40.0%, seguida del *Lepus californicus* con 1 individuos y abundancia relativa de 20.0%. Conforme a los resultados obtenidos se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener es de $H' = 1.0549$. Es necesario recordar que este índice por sí solo no representa un valor concluyente de diversidad, sino un elemento más que permite contar con información de campo para contribuir a la toma de decisiones respecto al estudio completo. En este contexto y con fines comparativos, el valor calculado de diversidad máxima de Shannon-Wiener (H'_{max}) el cual se estima a partir del logaritmo natural del número de especies registradas en el área (3 spp; $H'_{max} = 1.0986$) encontramos que el valor obtenido de diversidad para este estudio es alto. El índice de equidad de Pielou el cual presenta un valor de $J = 0.9602$, que indica que la diversidad máxima estimada y la encontrada son valores cercanos.

En términos de riqueza y diversidad, se registraron 11 especies de fauna silvestre. El grupo de las aves fue el que presentó el mayor número de especies con 5 y el índice de diversidad más alta con $H' = 1.5473$. Sin embargo, para la herpetofauna se obtuvo el mayor número de especies consideradas prioritarias según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas (tabla IV.140).

Tabla IV.140. Riqueza, diversidad, equitatividad y especies prioritarias según la NOM-059-SEMARNAT-2010 de cada uno de los grupos estudiados dentro del área del predio en estudio.

Grupo	Riqueza (s)	H'	H_{max}	J'	NOM-059	End.
Herpetofauna	5	0.4926	1.7918	0.2749	2	

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Avifauna	3	1.5473	1.6094	0.9614		
Mastofauna	3	1.0549	1.0986	0.9602		
Total	11				2	

Apreciamos una distribución de los organismos de fauna bastante proporcional, en donde la representatividad de cada especie en cuanto al número de individuo en la unidad de análisis es, en un alto porcentaje y homogénea.

- 4.5. Análisis Comparativo Del Predio Del Proyecto Con La Unidad De Análisis (Cuenca O Sistema Ambiental), Y Determinar La Representatividad De Las Especies Que Permitan, En Su Caso, Que No Se Afecta La Biodiversidad.

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder estimarla entre diferentes ecosistemas o áreas. Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial del ecosistema, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitabilidad. Con relación a los índices que permitan demostrar que la diversidad en la zona del proyecto no se verá comprometida, los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Sin embargo, las comunidades no están aisladas en un entorno neutro. En cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades. Por ello, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la separación de los componentes alfa, beta y gamma (Whittaker, 1972) puede ser de gran utilidad, principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas (Halffter, 1998). La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, la diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y la diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta (op. cit).

Esta forma de analizar la biodiversidad resulta muy conveniente en el contexto actual ante la acelerada transformación de los ecosistemas naturales, Para monitorear el efecto de los cambios en el ambiente es necesario contar con información de la diversidad biológica en comunidades naturales y modificadas (diversidad alfa) y también de la tasa de cambio en la biodiversidad entre

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

distintas comunidades (diversidad beta), para conocer su contribución al nivel regional (diversidad gamma) y poder diseñar estrategias de conservación y llevar a cabo acciones concretas a escala local. Para la situación en la cual se encuentra el proyecto, referente a las comparaciones sobre la biodiversidad estimada en los predios forestales, y el poder compararlas con el tipo de vegetación a afectarse y presente en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental). Por lo anterior, podemos concluir que con base en las definiciones mencionadas sobre el término Diversidad alfa, el proyecto no afectará dicha biodiversidad dentro de las subcuencas.

En este estudio se utilizó la estimación del índice de diversidad Shannon-Wiener (H') y el índice de equitividad de Pielou, el cual parte de la base de que un sistema es más diverso cuanto menos dominancia de especies hay, y la distribución es más equitativa. El valor mínimo para este índice es 1 que indica que no hay diversidad. Es importante mencionar que, de acuerdo con los resultados de los muestreos de campo, se puede afirmar que es una zona pobremente representada por estos grupos debido a que básicamente el área de estudio y cuenca que contiene, se encuentran altamente impactadas por actividades antropogénicas (pastoreo de ganado bovino, apertura de caminos para acceso para áreas sacado de leña). Por lo anterior, se presume que tampoco se afectará la diversidad alfa.

Para el caso anfibios y reptiles es importante mencionar que, de acuerdo con los resultados de los muestreos de campo, se puede afirmar que es una zona pobremente representada por estos grupos debido a que básicamente el área de estudio y cuenca que contiene, se encuentran altamente impactadas por actividades antropogénicas (pastoreo de ganado bovino, apertura de caminos para acceso para áreas sacado de leña). Por lo anterior, se presume que tampoco se afectará la diversidad alfa.

El resultado señala que pese a la desproporcionalidad que existe entre las especies de menor y mayor abundancia, la representatividad es aceptable, es decir, la totalidad de las especies se distribuyen de manera homogénea dentro de la unidad de análisis o sistema ambiental.

Tabla IV.141. Resumen comparativo del Índice de diversidad Shannon-Wiener (H') e Índice de equidad de Pielou (J').

INDICADOR	RIQUEZA	ÍNDICE DE DIVERSIDAD SHANNON-WIENER (H')	ÍNDICE DE EQUIDAD DE PIELOU(J')
-----------	---------	--	-------------------------------------

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

	CUENCA	PREDIO	CUENCA	PREDIO	CUENCA	PREDIO
Anfibios y Reptiles	5	5	0.6659	0.4926	0.3716	0.2749
Aves	19	3	2.6034	1.5473	0.8842	0.9614
Mamíferos	5	3	1.4898	1.0549	0.9256	0.9602

Según el índice de Shannon-Wiener y, en los mismos grupos faunísticos en la unidad de análisis **sistema ambiental (SA) o cuenca hidrológica forestal** presenta un índice de diversidad mayor que el del área sujeta a cambio de uso de suelo.

Con base en los índices de diversidad obtenidos en el cálculo, se determina que el ecosistema por afectar en la unidad de análisis **sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal** presenta una mayor riqueza y más diverso que en el área de cambio de uso de suelo.

El ecosistema por afectar en la unidad de análisis **sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal** presenta alta diversidad mayor comparada con el del área sujeta a cambio de uso de suelo, debido a que presenta mayor riqueza y la distribución de individuos por especie se encuentra más uniforme.

De acuerdo con el análisis de los resultados y de los trabajos de campo tanto para la unidad de análisis **sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal** como para el área del proyecto se hacen las siguientes inferencias:

Algunas especies tienen menor valor de importancia en el predio que en la unidad de análisis **sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal** y analizando los componentes del valor de importancia, se obtiene que no habría por qué preocuparse de estas especies, debido a que se presentan de forma similar en los predios y en la unidad de análisis **sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal** y que poseen mayor representatividad en la unidad de análisis **sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal**.

Pese a lo esperado, se observó una escasa presencia de reptiles. De igual manera se señaló que la época de mayor abundancia de este grupo de reptiles, es en el periodo de marzo a mayo, en el cual se pueden observar comúnmente. El grupo faunístico que fue el que se obtuvo el mayor registro de especies y abundancia, es el de las aves, sin embargo, la cantidad de especies de aves registradas se considera baja en comparación a la riqueza específica potencial de la zona y

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

se atribuye a la presencia humana y actividades antropogénica, la cercanía de vías de comunicación principales.

Por lo anterior y dado que el ecosistema en la unidad de análisis **sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal** presenta mayor diversidad que en el área sujeta a CUSTF, se concluye que: el realizar el cambio de uso de suelo en terreno forestal (CUSTF) no compromete la biodiversidad faunística.

Adicionalmente, es importante mencionar que todas las especies halladas en los transectos analizados, también fueron registrados a nivel de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) e incluso, su representatividad en este nivel de análisis fue mucho mayor, que en los transectos referidos anteriormente.

Se registró evidencia indirecta (excretas) de presencia de una especie de mamífero mayor: *Canis latrans*. Sin embargo, es de considerar que el rango hogareño de esta especie, según estudios hechos en México (CONANP) es muy amplio (tanto como 87.38 km²). Esta especie se considera como un animal exitoso debido a su gran capacidad de adaptación a diferentes hábitats y su alimentación generalista y oportunista. Su dieta incluye mayoritariamente mamíferos menores como lagomorfos, roedores, ocasionalmente ungulados y mamíferos domésticos y en menor grado aves; aunque puede incluir también frutos, insectos y reptiles (Ceballos y Oliva, 2005; opus cit).

De acuerdo con el análisis de los resultados y de los trabajos de campo tanto para la la unidad de análisis **sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal** como para el área del proyecto, se hacen las siguientes inferencias:

- No se registro captura de murciélagos en los sitios de muestreo con redes de niebla y durante los muestreos no fue notoria la actividad de murciélagos (sin embargo, se proponen medidas de prevención para su protección), ya que en los cuatro sitios de muestreo realizados (incluyendo los realizados en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental)) solo se observo a dos ejemplares sobrevolando, lo anterior a pesar de haberse realizado muestreos en un sitio con disponibilidad de agua, el cual es un recurso escaso en la región.
- Al respecto, debe considerarse que la vegetación de desiertos arenosos proporciona pocas fuentes de alimentación (frutos y flores) para murciélagos frugívoros y nectívoros, por lo que las especies con distribución potencial son en su mayoría insectívoras. Un aspecto notorio es que se observó un importante descenso de la temperatura durante la noche, así como la presencia de neblina procedente del océano a partir del anochecer, siendo que ambas condiciones son adversas para la presencia y actividad de este grupo de fauna.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

- En los transectos realizados para registro de aves y reptiles, se obtuvo el registro visual de ejemplares de la especie *Lepus californicus* pero las evidencias indirectas (excretas) indican la presencia de una población numerosa.
- En los transectos de trampas Sherman solo se obtuvo la captura de 6 ejemplares de la especie: *Dipodomys merriami*, aunque los registros de rastros, particularmente las excretas de roedor fueron abundantes.
- Pese a lo esperado, se observó una escasa presencia de reptiles de acuerdo a pláticas establecidas con los pobladores de la zona, se obtuvo evidencia indirecta y directa de la presencia de al menos una especie de ofidio (*Crotalus*); de igual manera se señaló que la época de mayor abundancia de este grupo de reptiles es en el periodo de marzo a mayo, en el cual se pueden observar comúnmente individuos de esta especie y el apareamiento de las mismas.
- El grupo faunístico que fue el que se obtuvo el mayor registro de especies y abundancia, es el de las Aves, sin embargo, la cantidad de especies de aves registradas se considera baja en comparación a la riqueza específica potencial de la zona y se atribuye a la presencia humana y actividades antropogénica, la cercanía de vías de comunicación principales. La especie con mayor abundancia fue *Lanius*, *Wilsonia*, *Zenaida*.
- Pese la cercanía del mar, no se registro la presencia o sobrevuelo de especies acuáticas en los sitios donde se realizaron los muestreos sobre el predio en proyecto, con excepción de la *Gallinago delicata* que se registro en un sitio de redeo.
- Más detalles se observan en los métodos y resultados para cada grupo faunístico desarrollado en el presente capítulo, así como en el diagnóstico ambiental del presente documento.

Considerando que el proyecto, objeto del presente estudio, se realizará en un área forestal, era de esperarse contar con la presencia de especies contempladas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, la presencia de estas fue más frecuente a nivel de las unidades de análisis **sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal** que las reportadas en la zona sujeta a cambio de uso de suelo, esto como consecuencia de un incremento en la correspondiente riqueza específica. Bajo este contexto, el promovente implementará estrictas acciones de carácter preventivo y de rescate de tal forma que se permita garantizar en todo momento la integridad de

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

la fauna, tanto de la zona sujeta a cambio de uso del suelo como la hallada en las unidades de análisis **sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal** en cuestión. En este sentido, dichas acciones serán aplicadas independientemente de que las especies se encuentren o no consideradas en la norma antes mencionada.

Tabla IV.142. Comparación de los grupos faunísticos de la zona sujeta a cambio de uso de suelo (proyecto) con la de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado.

ESPECIES/ HERPETOFAUNA	CUENCA O SISTEMA AMBIENTAL					PREDIO DE CUSTF				
	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa %	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Indice de diversidad	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa %	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Indice de diversidad
<i>Callisaurus draconoides</i>	7	35	6	37.5	0.2147	12	70.59	4	57.14	0.2863
<i>Crotalus cerastes</i>	1	5	1	6.25	0.0553	1	5.88	1	14.29	0.0553
<i>Aspidoscelis tigris</i>	2	10	2	12.5	0.0931	4	23.5	2	28.6	0.151
<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	9	45	6	37.5	0.2475					
<i>Uma notata</i>	1	5	1	6.25	0.0553					
TOTAL	20	100	16	100	0.6659	17	100	7	100	0.4926
INDICES	S=5 Hmax=1.7918 H'=0.6659 J'=0.3716					S=3 Hmax=1.7918 H'=0.4926 J'=0.2749				

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

ESPECIES/AVES	CUENCA O SISTEMA AMBIENTAL					PREDIO				
	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa %	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Indice de diversidad	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa %	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Indice de diversidad
<i>Corvus corax</i>	2	3.45	2	5.71	0.11610	3	20	1	14.29	0.3219
<i>Cathartes aura</i>	2	3.45	1	2.86	0.11610					
<i>Myiarchus cinerascens</i>	5	8.62	2	5.71	0.21130					
<i>Buteo swainsoni</i>	2	3.45	2	5.71	0.11610					
<i>Passerina amoena</i>	6	10.34	4	11.43	0.23470					
<i>Tyrannus verticalis</i>	3	5.17	2	5.71	0.15320					
<i>Lanius ludovicianus</i>	10	17.24	5	14.29	0.30310	2	13.33	1	14.29	0.2687
<i>Egretta thula</i>	1	1.72	1	2.86	0.07000					
<i>Streptopelia decaocto</i>	2	3.45	1	2.86	0.11610	2	13.33	1	14.29	0.2687
<i>Wilsonia pusilla</i>	10	17.24	4	11.43	0.30310					
<i>Piranga ludoviciana</i>	1	1.72	1	2.86	0.07000					

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

ESPECIES/AVES	CUENCA O SISTEMA AMBIENTAL					PREDIO				
	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa %	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Indice de diversidad	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa %	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Indice de diversidad
<i>Athene cunicularia</i>	1	1.72	1	2.86	0.0700 0					
<i>Chondestes grammacus</i>	2	3.45	1	2.86	0.1161 0	3	20	1	14.29	0.321 9
<i>Chordeiles acutipennis</i>	1	1.72	1	2.86	0.0700 0					
<i>Falco sparverius</i>	1	1.72	1	2.86	0.0700 0					
<i>Zenaida macroura</i>	5	8.62	2	5.71	0.2113 0	5	33.33	3	42.86	0.366 2
<i>Buteo jamaicensis</i>	1	1.72	1	2.86	0.0700 0					
<i>Gallinago delicata</i>	1	1.72	1	2.86	0.0700 0					
<i>Geococcyx californicus</i>	2	3.45	2	5.71	0.1161 0					
TOTAL	58	100.0	35	100.0	2.6033	15	99.99	7	100.0 2	1.547 4
INDICES	S=19 Hmax=2.9444 H'=2.6033 J'=0.8842					S=5 Hmax=1.6094 H'=1.5473 J'=0.9614				

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

ESPECIES MAMIFEROS	CUENCA O SISTEMA AMBIENTAL					PREDIO DE CUSTF				
	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa %	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Indice de diversidad	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa %	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Indice de diversidad
<i>Lepus californicus</i>	3	20	3	23.08	0.3219	1	20	1	20	0.3219
<i>Dipodomys merriami</i>	4	27	3	23.08	0.3525	2	40	2	40	0.3665
<i>Canis latrans</i>	5	33	4	30.77	0.3662	2	40	2	40	0.3665
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	2	13	2	15.38	0.2687					
<i>Xerospermophilus tereticaudus</i>	1	7	1	7.69	0.1805					
TOTAL	15	100.0	13	100.0	1.4898	5	100	5	100	1.0549
INDICES	S=5 Hmax=1.6094 H'=1.4898 J'=0.9256					S=3 Hmax=1.0986 H'=1.0549 J'=0.9602				

4.6. Análisis De Similitud Entre Comunidades De Fauna De La Unidad De Análisis (Cuenca O Sistema Ambiental) Y El Proyecto.

Aunado a los análisis anteriores se realizará un análisis de similitud entre las especies registradas en los muestreos en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) y las especies registradas o encontradas en el muestreo de los predios del proyecto y que serán afectadas con la construcción de la obra.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Para establecer el grado de similitud entre los grupos de fauna, se construyó una matriz de similitud y se utilizó el análisis de similitud por agrupamientos (clusters) de Bray Curtis con el programa BioDiversity Pro 2.0 (Mc Aleece 1997), para comparar la composición de especies entre en la unidad de análisis y el área del proyecto. El índice de BrayCurtis es una medida de similitud que enfatiza la importancia de las especies que se tienen en común entre los sitios de muestreo (Pileou 1984).

Coefficiente de similitud de BrayCurtis

Este índice de similitud de Bray Curtis se formula con el siguiente algoritmo:

$$B = \frac{\sum_{i=1}^S |X_{ij} - X_{ik}|}{\sum_{i=1}^S [X_{ij} + X_{ik}]}$$

Donde:

B = medida de BrayCurtis entre las muestras j y

K = número de individuos de la especie i en la muestra

J = número de individuos de la especie i en la muestra K

S = número de especies

Ignora los casos en las que especies son ausentes en ambas muestras. Los valores de esta medida de disimilitud oscilan de cero a uno y puede ser transformada como una medida de similitud, utilizando el complemento de BrayCurtis (1 – B).

Método

Para comparar los registros de cada grupo de las especies, se elaboró una matriz binaria (presencia-ausencia) de especies. Finalmente se estimó la similitud entre la composición específica registrada entre en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) y los predios, se computó usando el coeficiente de similitud de BrayCurtis y produciendo los dendrogramas correspondientes mediante ligamento promedio no ponderado. Todos los análisis se ejecutaron con el programa Biodiversity Pro (McAleece, 1997).

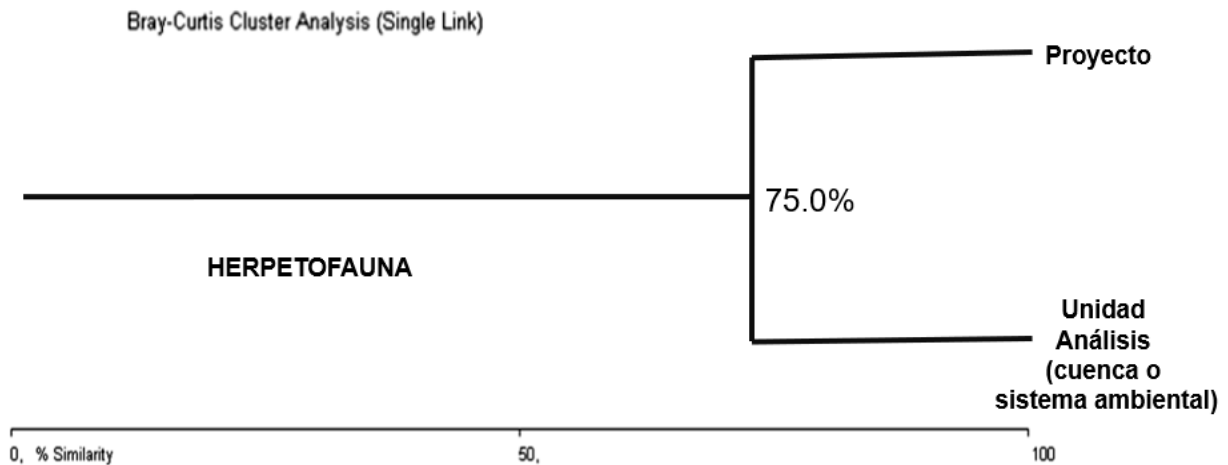
HERPETOFAUNA

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Tabla IV.143. Resultados del análisis de similitud entre las especies de herpetofauna entre el predio del proyecto y en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental). Ambas comparten un 75.0% de las especies.

Herpetofauna		
Especies	listado cuenca o SA	listado predios
		5
Indice de Similitud	0.75	
% de Similitud	75.00%	



Grafica IV.27. Dendrograma entre las especies de herpetofauna de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental y el predio sujeto a CUSTF. La similitud entre la composición de las comunidades de herpetofauna de ambos es del 75.0%.

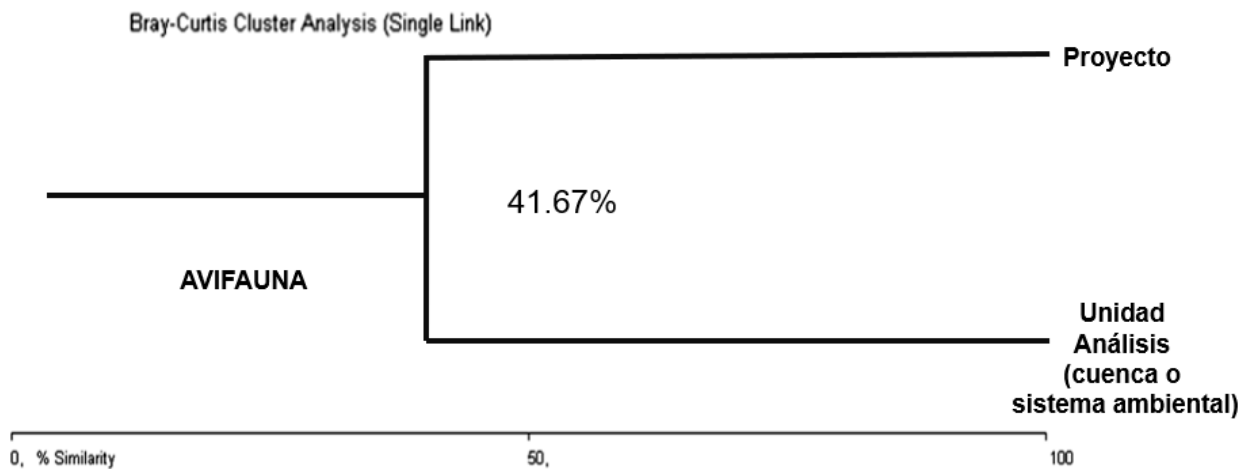
AVES

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Tabla IV.144. Resultados del análisis de similitud entre las especies de avifauna entre el predio del Proyecto y en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental). Ambas comparten un 41.67% de las especies.

Avifauna		
Especies	Listado cuenca o SA	Listado predios
		19
Indice de Similitud	0.42	
% de Similitud	41.67%	



Grafica IV.28. Dendrograma entre las especies de aves de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental y el predio sujeto a CUSTF. La similitud entre la composición de las comunidades de aves de ambos es del 41.67%.

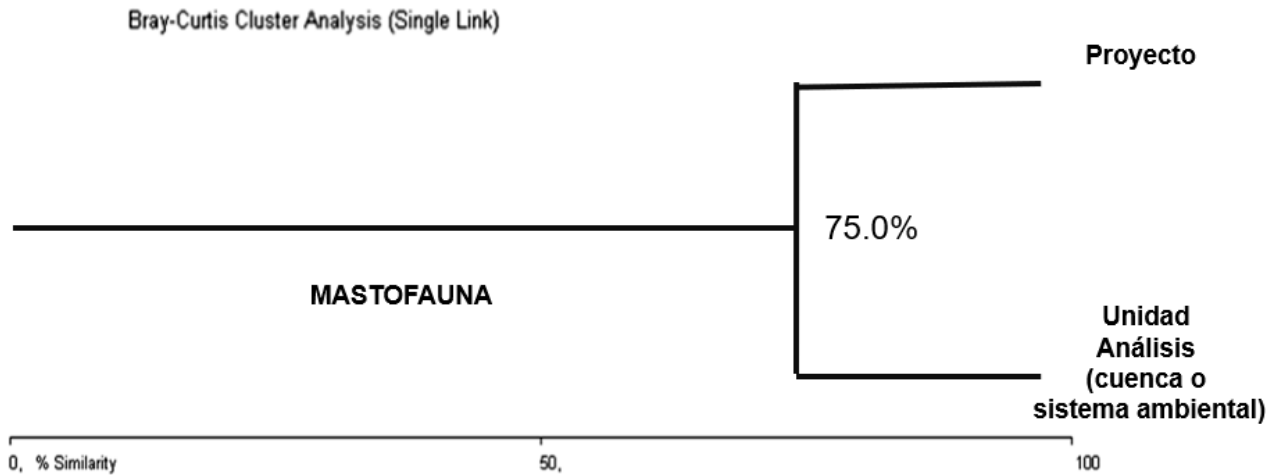
MAMÍFEROS

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Tabla IV.145. Resultados del análisis de similitud entre las especies de mastofauna entre el predio del Proyecto y en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental). Ambas comparten un 75.0% de las especies.

Mastofauna		
Especies	Listado cuenca o SA	Listado predios
		5
Indice de Similitud	0.75	
% de Similitud	75.00%	



Grafica IV.29. Dendrograma entre las especies de mamíferos de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental y el predio sujeto a CUSTF. La similitud entre la composición de las comunidades de mamíferos de ambos es de 75.0%.

CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

La representatividad de los muestreos faunísticos se comprobó mediante la aplicación de la curva de acumulación de especies, la cual se utiliza para estimar el número de especies esperadas a partir de un muestreo, permitiendo observar cómo el número de especies se va acumulando en función del número acumulado de muestras (esfuerzo de muestreo empleado). De esta manera, cuando se alcanza la asíntota de especies acumuladas, se considera que la muestra es representativa del atributo medido, es decir que el número de sitios muestreados en la unidad de análisis, lo que nos permitió lograr un inventario bastante completo y altamente fiable.

El cual se realizó como se describió en el punto anterior y fue realizado con el programa PAST: que es un software libre para el análisis de datos científicos, con funciones de manipulación de datos, el trazado, estadísticas univariantes y multivariantes, análisis ecológico, series de tiempo y análisis espacial, morfometría y la estratigrafía.

Este programa puede descargarse en la página del museo de historia natural de la Universidad de Oslo: <http://folk.uio.no/ohammer/past/>

La diversidad alfa medida únicamente como el número de especies de un grupo faunístico (riqueza específica) es la forma más sencilla de evaluar la diversidad puntual y provee de información suficiente sobre la expresión de procesos ecológicos e históricos. La desventaja de utilizar la riqueza específica como medida de biodiversidad es que el número de especies depende del tamaño de la muestra, es decir, al aumentar el esfuerzo de muestreo, es probable que se detecte un mayor número de especies.

La forma de evaluar la diversidad alfa a partir de inventarios obtenidos con diferente esfuerzo de muestreo es mediante curvas de acumulación. Este tipo de curva la definiríamos como una gráfica del número acumulado de especies en función de alguna medida del esfuerzo aplicado para obtener esa muestra (Hayek y Buzas, 1997). Existen diversos modelos matemáticos que pueden ajustarse para describir las curvas de acumulación y extrapolar su tendencia. Estos modelos pueden ser asíntóticos si la probabilidad de añadir nuevas especies a la lista eventualmente alcanza cero, o no asíntóticos si esta probabilidad nunca alcanza cero (Soberón y Llorente, 1993).

Ecuación de Clench:

$$E(S) = ax / 1 + bx$$

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Según este modelo, la probabilidad de encontrar una nueva especie aumentará (hasta un máximo) conforme más tiempo se pase en el campo, es decir, la probabilidad de añadir especies nuevas eventualmente disminuye, pero la experiencia en el campo aumenta (Soberón y Llorente, 1993).

Soberón y Llorente (1993) predicen la riqueza total de un sitio como el valor del número de especies al cual una curva de acumulación de especies alcanza la asíntota. Para los modelos de dependencia lineal y de Clench dicha asíntota se calcula como la relación a/b . Por esta razón estos modelos, se consideran asíntóticos, a diferencia del modelo logarítmico que es no-asíntótico. Con el modelo exponencial en ocasiones la asíntota tiene un valor menor que el número de especies registrado. En cualquiera de estos modelos el orden en el que las muestras son añadidas al total puede afectar la forma de la curva. Para eliminar esta arbitrariedad se recomienda aleatorizar el orden del muestreo (Colwell y Coddington, 1994; Moreno y Halffter, 2001). Estas funciones de acumulación de especies, basadas en un modelo adecuado de los métodos de colecta, permiten la predicción de la riqueza específica (máxima o para un esfuerzo de muestreo definido), tomando en cuenta que una muestra sesgada tanto temporal como espacialmente no es útil para la extrapolación, por lo que dicha extrapolación sólo será válida para las condiciones temporales y espaciales de la muestra.

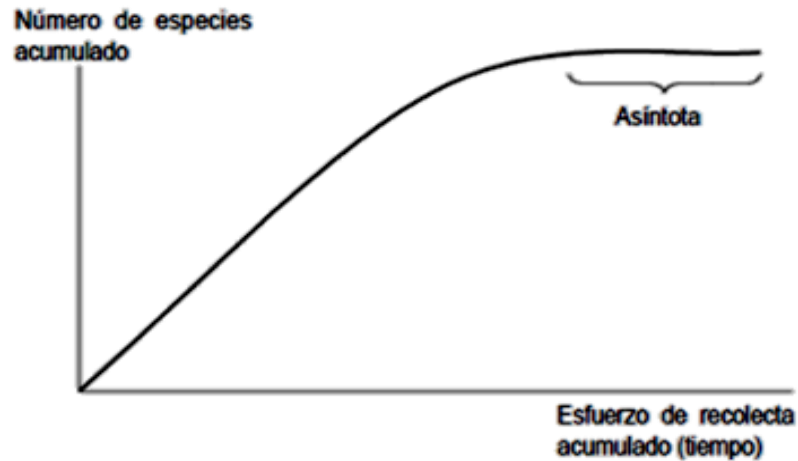
Este modelo de acumulación permite:

- *Estimar el número de especies que potencialmente capturables con cierto método en un área.*
- *Evaluar que tan completos han sido los inventarios en registrar todas las especies esperables*
- *Comparar la riqueza específica entre inventarios realizados con diferente esfuerzo de muestreo.*
- *Estimar el esfuerzo mínimo requerido para registrar un porcentaje deseado del número total de especies potenciales en un área y con ello establecer normas generales para áreas equivalentes que permitan ahorrar tiempo y costos.*

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



Grafica IV.30. Curva de acumulación de especies. El número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el trabajo de campo, hasta un máximo donde se piensa que ya se ha registrado todas las especies (asíntota), (Tomado de Escalante-Espinosa, 2003).

Como el número de especies aumenta con el tamaño de la muestra, tradicionalmente se ha considerado que, para poder hacer comparaciones entre valores de riqueza, se debían comparar idénticos tamaños muestrales (es decir, igual número de individuos), (Magurran, 1988).

Como muchas veces es imposible contar con este requisito, la rarefacción se impuso como un método ampliamente utilizado. Esta técnica, desarrollada por Sanders (1968) y corregida posteriormente por Hulbert (1971), calcula el número de especies esperadas en el caso de que todas las muestras posean el mismo número de individuos capturados.

La curva de Coleman es otra manera matemáticamente distinta, pero similar en los resultados a la fórmula probabilística de Hulbert, para rarificar (Coleman, 1981; Gray, 2002).

Tal como los índices de diversidad, la rarefacción parte de dos presunciones básicas: Por una parte, asume que los individuos se distribuyen al azar en el ecosistema y que las colectas son muestras aleatorias de esos individuos (Hulbert, 1971; Gray, 2002). Para justificar el número de sitios de muestreo realizados, teniendo en cuenta el porcentaje de error y el grado de confiabilidad apropiados al objetivo que se persigue, dentro de los sitios de muestreo, se presenta en resumen las gráficas siguientes, el eje Y es definido por el número de especies acumuladas y el eje X por el número de sitios de muestreo. También se utilizan estimadores no paramétricos, para estimar el número total de especies existentes en cada localidad, en el supuesto teórico de que el esfuerzo de colecta realizado en ella fuera el máximo. Con esta finalidad se consideran las especies raras

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

(singletons y doubletons), definidas para efecto del análisis como aquellas especies que solo cuentan con uno o dos individuos en todo el inventario.

En la gráfica siguiente, el eje Y es definido por el número de especies acumuladas y el eje X por el número de sitios de muestreo. También se utilizan estimadores no paramétricos, para estimar el número total de especies existentes en cada parcela de muestreo, en el supuesto teórico de que el esfuerzo de colecta realizado en ella fuera el máximo. Con esta finalidad se consideran las especies raras (singletons y doubletons), definidas para efecto del análisis como aquellas especies que solo cuentan con uno o dos individuos en todo el inventario.

Resultados del Análisis de Rarefacción (curva de acumulación) de especies de cada grupo faunístico del sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal en estudio.

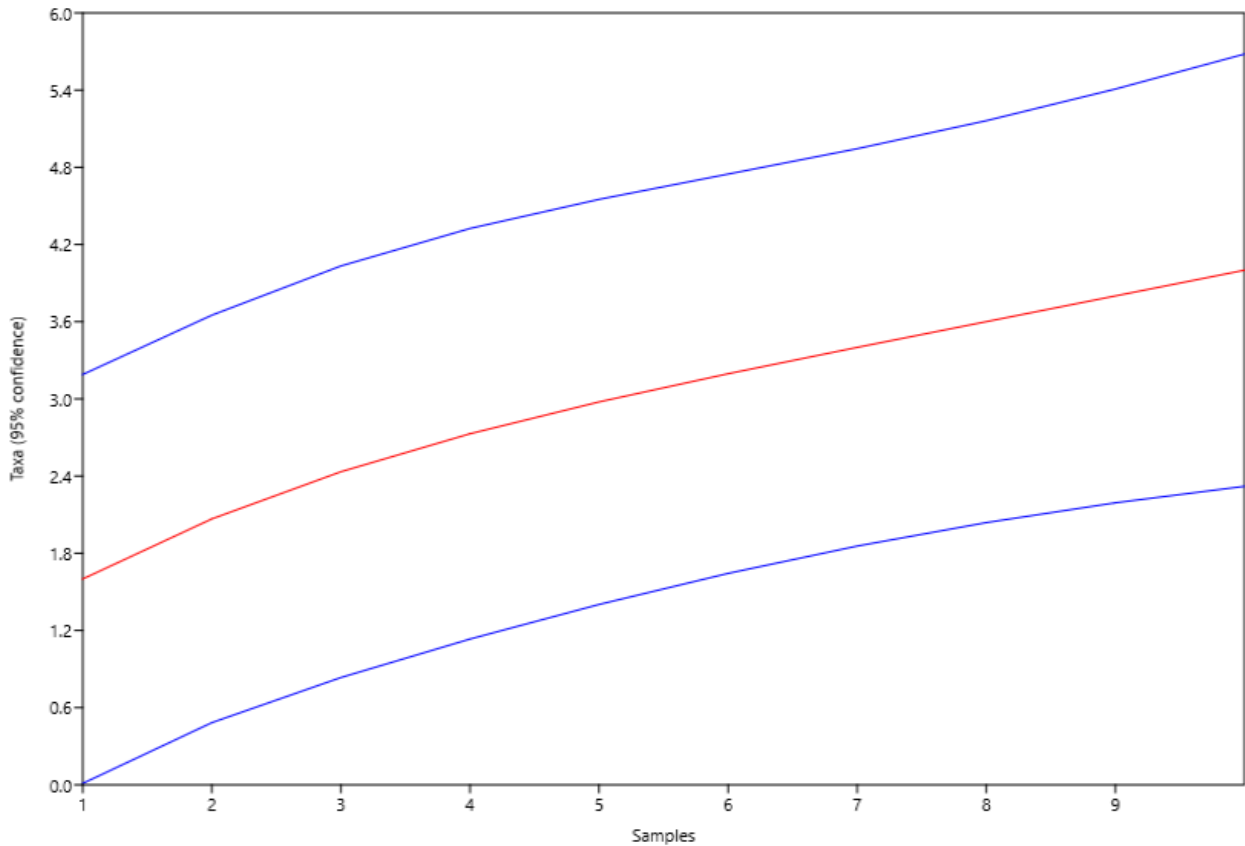
HERPETOFAUNA

Durante los muestreos por medio de transectos se registraron 5 especies, la gráfica de acumulación de especies muestra que la curva aún no alcanza su asíntota (curva "Observado" en color negra).

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



Grafica IV.31. Curva de acumulación de la herpetofauna en los sitios de muestreo dentro del sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal.

AVES

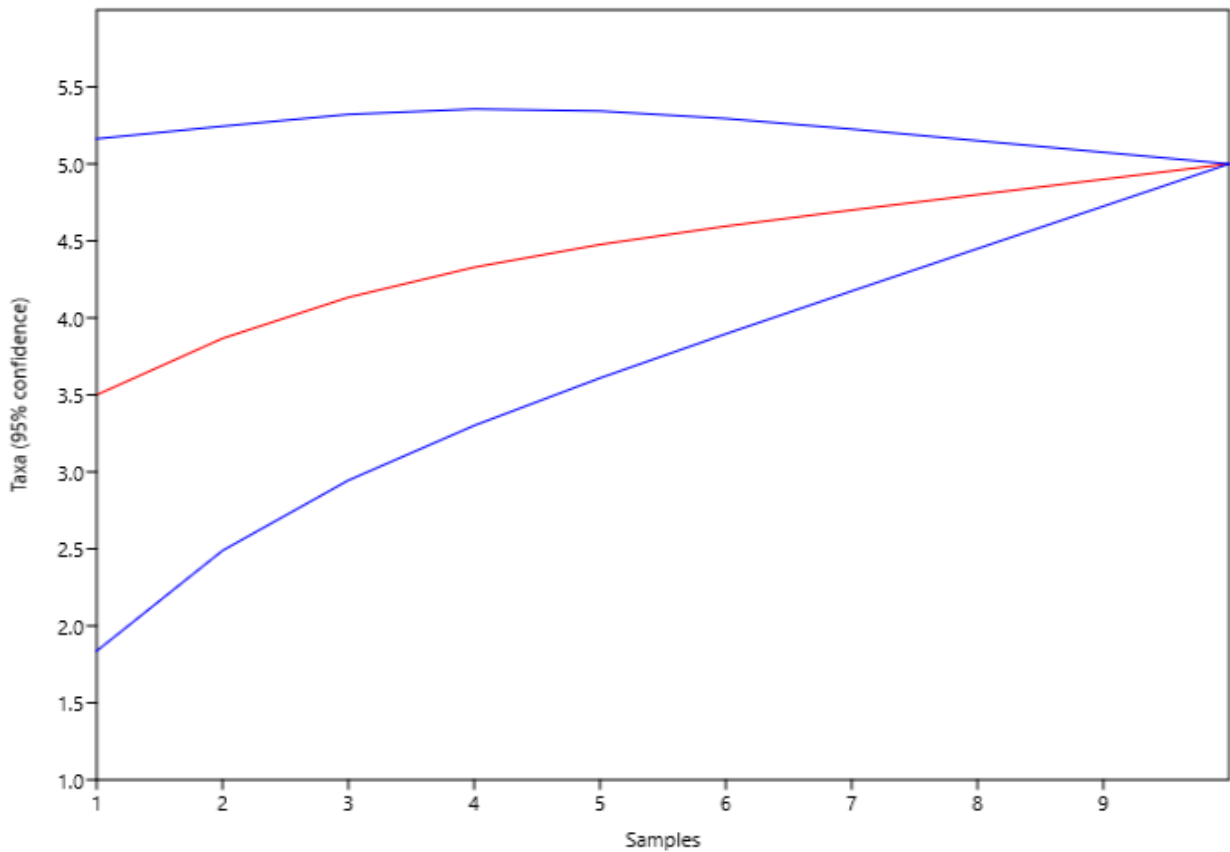
Durante los muestreos con la técnica transectos de distancia variable se registraron 19 especies, la curva de acumulación de especies muestra que la curva aún no alcanza su asíntota (curva "Observado" en color negro).

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

IV.266



Grafica IV.32. Curva de acumulación de la avifauna en los sitios de muestreo dentro del sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal.

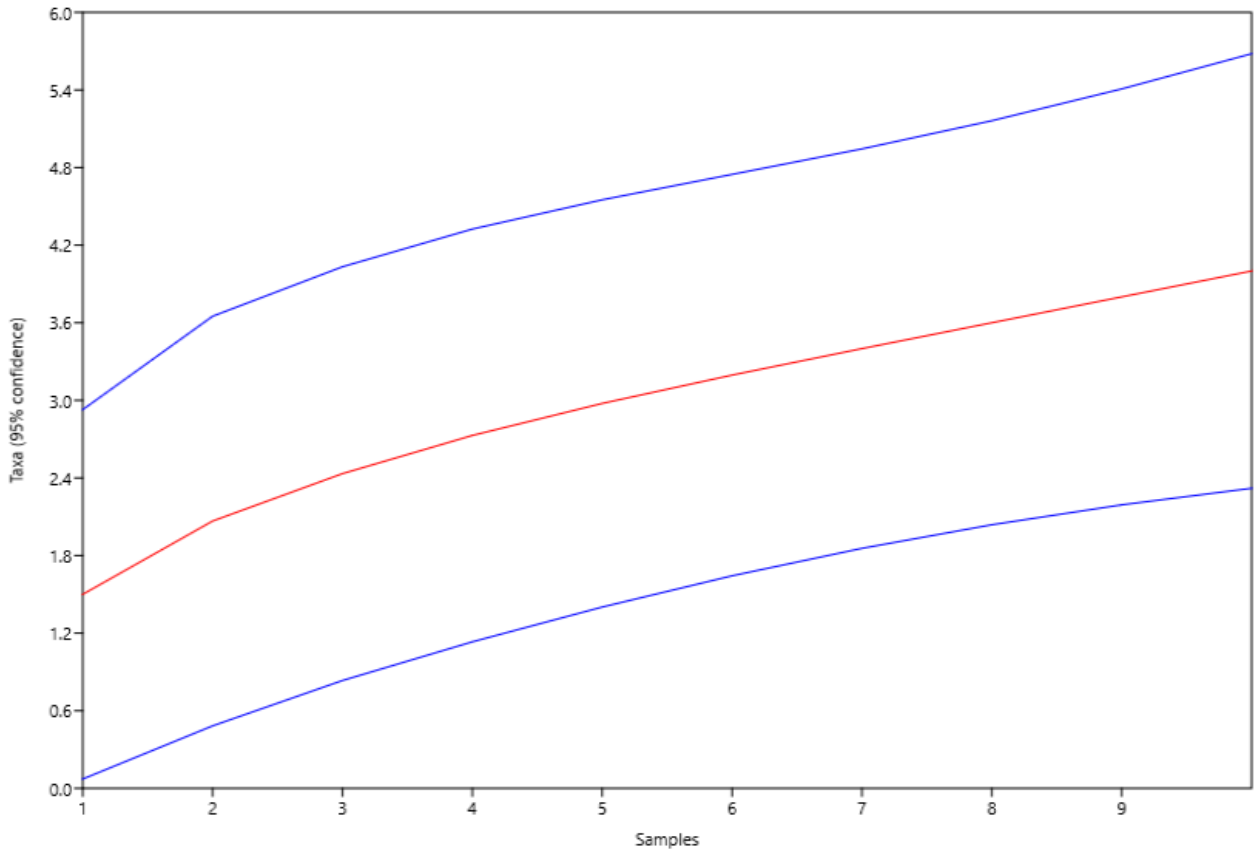
MAMIFEROS

Los distintos métodos de muestreo resultaron en el registro de 5 especies. La curva de acumulación de especies muestra que la curva no alcanza la asíntota (negro).

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



Grafica IV.33. Curva de acumulación de la mastofauna en los sitios de muestreo dentro del sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal.

Con las abundancias de cada grupo faunístico obtenidas en los muestreos se puede observar que las curvas de acumulación de especies inician una tendencia hacia la asíntota. Esta característica del gráfico indica que la muestra obtenida mediante la metodología empleada se puede considerar del atributo medido, que en este caso son los grupos faunísticos presentes en el área del sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal y que el aumento de especies con un aumento del esfuerzo de muestreo solo aportaría la entrada de especies con registros únicos y de baja abundancia.

En las curvas de acumulación de especies para cada grupo faunístico analizado, se aprecia que la curva real (línea negra) se encuentra cerca de la asíntota y que el crecimiento de las mismas

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

en función de un aumento del número de muestreos estaría siendo condicionado por la aparición de registros de especies poco frecuentes (singletons y doubletons) en cada muestreo, pero sin un aumento exponencial del número de especies que potencialmente podrían encontrarse, con lo cual se puede afirmar que en materia de inventario faunístico, la muestra (cantidad de muestreos en relación a la diversidad biológica) es representativa. En general para cada grupo de fauna dentro del sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal, se estimó una muestra aleatoria de tamaño n , considerando la varianza máxima del número de especies presentes en el sitio, densidad o número total de individuos en el sitio.

Especies de valor comercial y/o cinegético

De acuerdo con los criterios establecidos en la Ley General de Fauna Silvestre, sólo se podrán llevar a cabo actividades cinegéticas o de aprovechamiento comercial de la fauna silvestre de manera sustentable, ya sea, mediante Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAs) o en áreas donde ya operen Proyectos de Áreas de Manejo Sustentable (PAMS), lo que asegura que tienen un plan de manejo aprobado por la sustentabilidad del aprovechamiento del recurso fauna silvestre.

En el caso del aprovechamiento de aves canoras y de ornato, también se permite su explotación a través de Convenios de Concertación de Acciones concentrados entre la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental-SEMARNAT a través de la Dirección General de Vida Silvestre-y las organizaciones, uniones o asociaciones de aprovechadores de este recurso, de tal manera que se garantice la sustentabilidad del recurso fauna silvestre; las actividades correspondientes serán supervisadas por personal de la SEMARNAT con consentimiento expreso de los titulares de los predios y de los representantes de cada organización.

Entre los diferentes usos de la fauna silvestre, se encuentran: cacería de subsistencia, medicinal, ornato, mascotas, científica y materia prima (Pérez-Gil *et al.*, 1994).

De las especies de interés cinegético-comercial que se encuentran en el área de estudio cabe mencionar a las siguientes: venado (*Odocoileus virginianus*), coyote (*Canis latrans*), zorra gris (*Urocyon SP*), gato montés (*Lynx rufus*), paloma de alas blancas (*Zenaida asiatica*), paloma huilota (*Zenaida macroura*) y Liebre (*Lepus californicus*).

La cacería de autoconsumo de las especies de fauna silvestre constituye un complemento de proteínas de la dieta de los habitantes cercanos a la unidad de análisis (cuenca o sistema

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

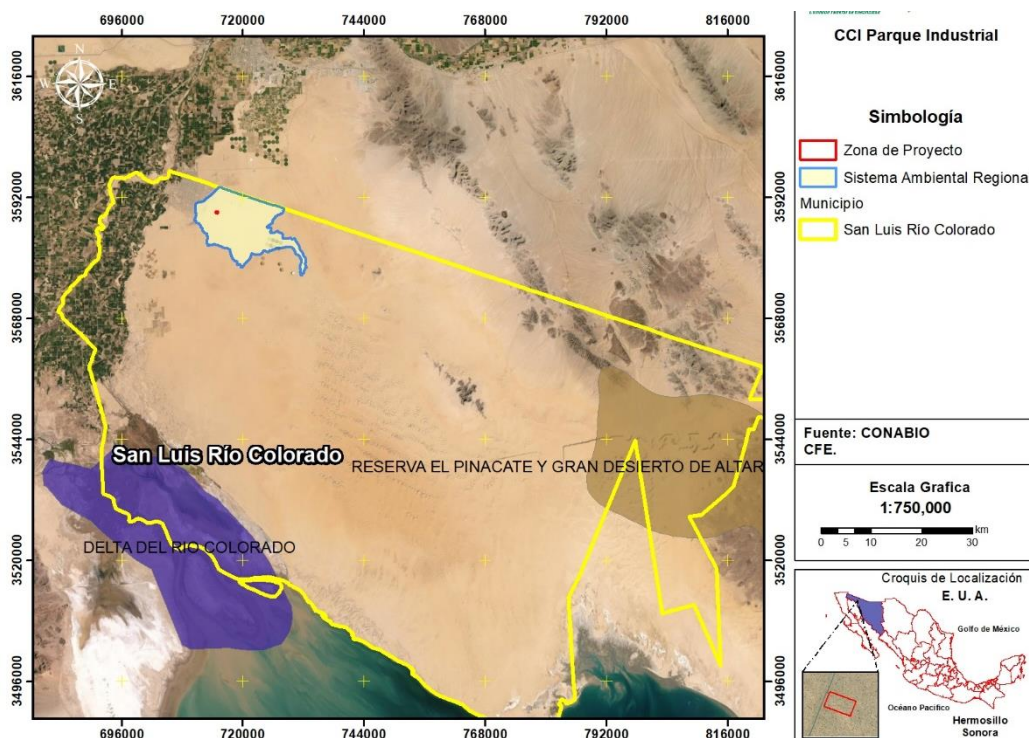
MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

ambiental). Por otro lado, no se conoce la explotación de especies, fundamentalmente de aves canoras y de ornato.

Áreas Prioritarias para la Conservación de las aves

De acuerdo a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de La Biodiversidad (CONABIO), el terreno forestal del proyecto “CCI Parque Industrial”, se ubica fuera de las poligonales delimitadas por la CONABIO como Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), las más cercanas son la denominada Reserva El Pinacate y Gran Desierto de Altar, la cual se ubica a una distancia aproximada de 82.05 kilómetros en línea recta al este, así como la denominada Delta del Río Colorado aproximadamente a 50.37 km al sur del proyecto, por lo cual, el CUSTF del proyecto no tendrá incidencia alguna sobre esta zona para la conservación de la biodiversidad, (mapa IV.39).



DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Mapa IV.39. Ubicación del Área de Importancia para la Conservación de las Aves y el predio en proyecto.

Vulnerabilidad

Para estimar la importancia y grado de vulnerabilidad de los componentes florísticos y faunísticos del área de estudio del proyecto, se partió primero de la significancia de esta con respecto a la caracterización ambiental descrita en el presente capítulo, entendiendo pues que la vulnerabilidad no es otra cosa que la incapacidad de resistencia cuando se presenta un fenómeno amenazante o la incapacidad para reponerse después de que ha ocurrido un desastre; la vulnerabilidad siempre está determinada por el origen y tipo de evento, la geografía, las características técnico-ambientales de los ecosistemas existentes, la salud del ecosistema y la capacidad de recuperación en el más breve tiempo posible.

Uno de los aspectos más importantes de analizar los parámetros, y que permite la persistencia de numerosas especies, es la heterogeneidad espacial y su relación con los disturbios naturales y antrópicos. Las tasas intermedias de disturbio pueden generar una mayor heterogeneidad espacial debido a la apertura de un amplio rango de fases sucesionales. La mayor heterogeneidad ocurre en hábitats intermedios, permitiendo la coexistencia de numerosas especies (Connell 1978, Petraitis *et al.* 1989).

El componente ambiental principal que se consideró para evaluar la vulnerabilidad para el área de estudio del proyecto, es la presencia de especies en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo). De dicho componente se toman en cuenta los siguientes indicadores:

- a. Amplitud de la distribución de la especie en México
- b. Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural de la especie
- c. Vulnerabilidad biológica intrínseca de la especie
- d. Impacto de la actividad humana sobre la especie

Partiendo de estos indicadores, las especies vulnerables localizadas en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental), son las siguientes:

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Tabla IV.146. Especies identificadas en los muestreos listadas en la Norma oficial y su estatus en la misma.

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059
1	Accipitridae	<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de swainson	Pr
2	Phrynosomatidae	<i>Callisaurus draconoides</i>	Cachora Arenera	A
3	Viperidae	<i>Crotalus cerastes</i>	Cascabel cornuda	Pr
4	Phrynosomatidae	<i>Uma notata</i>	Lagartija arenera	P

Nota = A = Amenazada, Pr = Protección especial y * Endémico

Mientras que en el sitio de la CCI Parque industrial, se registró dos (2) especies de conformidad con la NOM-059-SEMARNAR-2010.

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059
1	Phrynosomatidae	<i>Callisaurus draconoides</i>	Cachora Arenera	A
2	Viperidae	<i>Crotalus cerastes</i>	Cascabel cornuda	Pr

Nota = A = Amenazada, Pr = Protección especial y * Endémico

Por lo tanto, en las acciones de protección y conservación de las especies en el área del proyecto se realizará tomando en cuenta a las que resultaron vulnerables en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental), dado que es posible que durante las actividades de constructivas es posible localizar individuos.

4.7. Acciones De Protección Y Conservación

Para garantizar la protección y conservación de la especie vulnerable del proyecto en referencia se ejecutarán los programas de rescate de flora y fauna, en los cuales se contemplan acciones tales como: capacitación y concienciación al personal de trabajo durante el periodo constructivo; se establecerá un reglamento interno que considere las sanciones al personal que cace, capture, dañe o pretenda comercializar con la fauna silvestre de la región; se mantendrá una supervisión

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

permanente durante el proceso constructivo; se ejecutará el derribo direccional de la vegetación de forma paulatina para permitir el desplazamiento de la fauna, entre otras.

ZONAS DE REFUGIO

En base a las observaciones realizadas durante el muestreo en el campo se determinó que NO existen zonas de refugio para la fauna silvestre relevantes o prioritarias.

CORREDORES BIOLÓGICOS

Definición de Corredor Biológico. Un corredor biológico es un elemento del paisaje lineal bidimensional que conecta dos o más parches de hábitat de la vida silvestre. Estas unidades debieron que estar conectadas en el tiempo histórico y funcionan como un conducto para el movimiento de los animales (Saunders y Hobbs 1991).

Para Harris y Scheck un corredor biológico permite procesos poblacionales como la dispersión poblacional, para ellos un corredor biológico es una característica lineal del paisaje nativa o restaurada que conecta dos o más parches de esencialmente el mismo hábitat y funciona como una ruta de movimiento para los individuos o como una avenida que permite el flujo génico entre la flora y la fauna nativa (Saunders y Hobbs, 1991).

Tipos de corredores biológicos. Existen dos tipos de corredores biológicos: corredores naturales como los márgenes de ríos y arroyos cubiertos con vegetación ripariá y franjas remanentes, mantenidas después del derribo de la vegetación. Las franjas de vegetación lineal solo cumplen con su función de corredor si proveen los medios para que el componente de la biota se mueva a través de ellas.

Valor de los corredores biológicos. Los corredores biológicos poseen un número de ventajas y desventajas para la fauna silvestre. Por un lado, los corredores actúan como conductos, fuentes y proveen hábitat para las especies nativas. Sin embargo, los corredores también pueden actuar como barreras y sumideros para las especies nativas, dado que algunas especies podrían estar

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

expuestas a los riesgos de depredadores o a elementos humanos que induzcan su mortalidad (vehículos de motor y cazadores), o actuar como puertos que permitan la introducción de especies exóticas.

Para el caso que nos ocupa, la importante actividad de roedores y la también común presencia de sus principales consumidores secundarios que toleran los disturbios antrópicos como el coyote, sugiere que, aunque se trate de una matriz ambiental urbanizada en parches, es necesario que los caminos temporales o permanentes que requiere la obra sean de baja velocidad para evitar un efecto de disminución en las poblaciones de consumidores secundarios y terciarios. El área del proyecto no representa un corredor biológico para la región.

ESPECIES DE INTERÉS CINEGÉTICO.

De acuerdo con la Ley General de Vida Silvestre (2000) y tomando como base los criterios por ella establecidos, para acceder a la cacería cinegética o aprovechamiento comercial de la fauna silvestre, esta actividad sólo se podrá hacer bajo un criterio sustentable y se realizará dentro de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAs) o bien en áreas donde operen Proyectos de Áreas de Manejo Sustentable (PAMS) que cuenten con un plan de manejo aprobado desde el punto de vista de la sustentabilidad del recurso fauna silvestre.

Tabla IV.147. Calendario de épocas hábiles para el aprovechamiento cinegético de fauna en el Estado de Sonora, temporada 2020-2021.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

ESTADO	GRUPO	ESPECIES	INICIA	TERMINA	LIMITE DE POSESIÓN
SONORA	AVES	Agachona común (<i>Gallinago delicata</i>) [antes: (<i>Gallinago gallinago</i>)	cuarto viernes de octubre de 2019	cuarto domingo de febrero de 2020	15
		Brantas (<i>Branta nigricans</i> , <i>B. canadensis</i>)	cuarto viernes de octubre de 2019	cuarto domingo de febrero de 2020	2
		Codornices (<i>Lophortyx douglasii</i> , <i>Callipepla gambelii</i>)	primer viernes de septiembre de 2019	primer domingo de febrero de 2020	10
		Faisán de Collar (<i>Phasianus colchicus</i>)	primer viernes de septiembre de 2019	cuarto domingo de marzo de 2020	4
		Gallareta (<i>Fulica americana</i>)	cuarto viernes de octubre de 2019	cuarto domingo de marzo de 2020	15
		Ganso frente blanca (<i>Anser albifrons</i>)	cuarto viernes de octubre de 2019	cuarto domingo de febrero de 2020	15
		Gansos blancos [Ganso nevado (<i>Chen caerulescens</i>) y Ganso de ross (<i>Chen rossii</i>)]	cuarto viernes de octubre de 2019	cuarto domingo de febrero de 2020	45
		Grulla gris (<i>Grus canadensis</i>)	cuarto viernes de octubre de 2019	segundo domingo de marzo de 2020	5
		Guajolote silvestre (<i>Meleagris gallopavo</i>)	cuarto viernes de marzo de 2019	último domingo de mayo de 2020	1
		Paloma alas blancas (<i>Zenaida asiatica</i>)	primer viernes de septiembre de 2019	segundo domingo de marzo de 2020	30
		Paloma huihota (<i>Zenaida macroura</i>)	primer viernes de septiembre de 2019	segundo domingo de marzo de 2020	30
		Paloma morada (<i>Patagioenas flavirostris</i>) [(antes: <i>Columba flavirostris</i>)	segundo viernes de octubre de 2019	tercer domingo de febrero de 2020	15
		Patos y Cercetas (<i>Anas acuta</i> , <i>Anas americana</i> , <i>Anas clypeata</i> , <i>Anas crecca</i> , <i>Anas cyanoptera</i> , <i>Anas discors</i> , <i>Anas platyrhynchos</i> , <i>Anas strepera</i> , <i>Anas diazii</i> , <i>Bucephala albeola</i> , <i>Oxyura jamaicensis</i>)	cuarto viernes de octubre de 2019	segundo domingo de marzo de 2020	30
		Borrego Cimarrón (<i>Ovis canadensis</i>)	primer viernes de diciembre de 2019	cuarto domingo de marzo de 2020	1
		Coyote (<i>Canis latrans</i>)	primer viernes de diciembre de 2019	primer domingo de febrero de 2020	1
		Liebre antilope (<i>Lepus alleni</i>)	primer viernes de diciembre de 2019	primer domingo de febrero de 2020	4
	Liebre de cola negra (<i>Lepus californicus</i>)	primer viernes de diciembre de 2019	primer domingo de febrero de 2020	4	
	Conejo castellano (<i>Sylvilagus floridanus</i>)	primer viernes de diciembre de 2019	primer domingo de febrero de 2020	6	
	Conejo del desierto (<i>Sylvilagus audubonii</i>)	primer viernes de diciembre de 2019	primer domingo de febrero de 2020	6	
	Mapache y Tejón o Cati (<i>Procyon lotor</i> , <i>Nasua narica</i>)	primer viernes de diciembre de 2019	primer domingo de febrero de 2020	1	
	Pecari de collar (<i>Pecari tajacu</i>)	primer viernes de diciembre de 2019	primer domingo de febrero de 2020	1	
	Puma (<i>Puma concolor</i>)	primer viernes de diciembre de 2019	primer domingo de febrero de 2020	1	
	Gato montés (<i>Lynx rufus</i>)	primer viernes de diciembre de 2019	primer domingo de febrero de 2020	1	
	Zorra gris (<i>Urocyon cinereoargenteus</i>)	primer viernes de diciembre de 2019	primer domingo de febrero de 2020	1	
	Venado bura (<i>Odocoileus hemionus</i>)	primer viernes de diciembre de 2019	primer domingo de febrero de 2020	1	
	Venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>)	primer viernes de diciembre de 2019	primer domingo de febrero de 2020	1	

ESPECIES DE INTERÉS CINEGÉTICO EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Únicamente se detectaron 8 especies de interés cinegético en la zona: *Gallinago gallinago*, *Zenaida asiática*, *Zenaida macroura*, *Canis latrans*, *Lepus californicus*, *Sylvilagus floridanus*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Odocoileus Virginianus*, .

IRUTAS MIGRATORIAS DE AVES

A nivel mundial se ha calculado que 589 especies de aves en Eurasia y alrededor de 200 en Norteamérica son migratorias. También se conoce que hay una mayor proporción de especies migratorias en Canadá que en Estados Unidos, aún menor proporción en México y ninguna en las zonas tropicales del Amazonas.

Muchas de las preguntas que se han hecho acerca de la migración permanecen sin ser contestadas, y la investigación científica es muy activa en este campo. Se ha visto además que, de las aves migratorias norteamericanas más de 25% invernan solamente en México, alrededor del 20% lo hacen en México y Centroamérica, 16% en Centroamérica y el Caribe y el porcentaje

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

restante lo hacen México y las islas del Caribe o en Sudamérica, siendo especialmente notable la casi total ausencia de aves migratorias norteamericanas en la región Amazónica. Podemos decir, por lo tanto, que México, especialmente sus costas y montañas, es el lugar más importante de refugio para las aves migratorias de Estados Unidos y Canadá.

Rutas Migratorias del Pacífico

La migración sigue siendo uno de los aspectos más apremiantes del mundo de las aves. Dos veces al año, miles de millones de aves migran grandes distancias a través del globo. Por lo general, estos viajes siguen un eje predominantemente norte-sur, que unen zonas de cría en regiones templadas y árticas con sitios que no son de cría en templado y zonas tropicales. Muchas especies migran a lo largo de rutas similares bien establecidas conocidos como rutas migratorias. Investigaciones recientes han identificado ocho de tales vías: la del Atlántico Medio, el / Mar Negro Mediterráneo, la región de Asia / África del Este Medio, Asia Central, el Este de Asia / Australasia, y tres rutas de migración en las Américas y el Neotrópico.

El Pacífico de las Américas vía migratoria se extiende desde la tundra permafrost del Ártico alto, hacia el sur por la costa del Pacífico hasta la Tierra del Fuego, el extremo sur del continente sudamericano. Muchos de los millones de aves acuáticas migratorias que anidan en la tundra de Alaska se embarcan en notable viajes del sur a lo largo de esta ruta migratoria. A ellos se suman los viajeros de cría, entre ellos que Ganso *Branta hutchinsii leucopareia* de las Islas Aleutianas y *Limnodromus scolopaceus* del otro lado del mar de Bering en el Ártico de Rusia. La mayoría de los pájaros siguen la costa de Alaska al sur a través de sitios de parada tradicionales como el Delta del Río Cobre.

Otras aves, como los patos marinos y los gansos carcajeantes, cruzan el Golfo de Alaska directamente desde sus lugares de cría en la península y las Islas Aleutianas de Alaska, uniéndose a la costa del Pacífico cerca de las islas de la Reina Carlota. Desde aquí, la ruta migratoria se extiende al sur, a través de las provincias canadienses de Columbia Británica y el Territorio del Yukón, a lo largo de la Cordillera del Pacífico. Rodeado por las montañas rocosas al este, la ruta migratoria continúa a lo largo de los EE.UU. a México y América Central.

Así como las aves acuáticas, un gran número de aves terrestres migratorias viajan a lo largo de esta sección. Algunos Colibrís como *Selasphorus rufus*, por ejemplo, lleva a cabo un viaje de 19.000 kilómetros anuales de ida y vuelta a lo largo de la ruta migratoria desde Alaska hasta

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

México Central. Para muchos migrantes, como la *Dendroica townsendi*, *Chaetura vauxi* y *Empidonax hammondi* México y Centroamérica representan el término de su viaje.

Otros, sin embargo, continúan en América del Sur. Por ejemplo, *Contopus cooperi* (NT), que tiene la más larga ruta de migración de cualquier tiránido de América del Norte, migra hasta el final de los bosques boreales de Alaska hasta el invierno en las estribaciones de los Andes al sur hasta Bolivia.

Aunque se sabe muy poco acerca de los sistemas de migración de las aves de América del Sur, parece que el continente es el hogar de numerosos migrantes australes. Por ejemplo, la sección Sudamericana de la ruta migratoria es el hogar de varias especies de tirano que migran hacia el norte desde la Patagonia en la época de crianza. Estos incluyen *Muscisaxicola capistratus*, que migra de la Tierra del Fuego para pasar el invierno austral (abril-octubre) en el Perú.

Amenazas a lo largo de la ruta migratoria

Por desgracia, muchas de las aves migratorias del mundo están en declive. Muchas características de los migrantes hacerlas especialmente vulnerables a una variedad de amenazas. La realización de este tipo de movimientos dramáticos empuja las aves hasta el límite de su resistencia. Ellos dependen de las condiciones climáticas favorables y debe encontrar los recursos alimentarios suficientes en múltiples sitios a lo largo de su viaje migratorio. Varias especies que utilizan la ruta del Pacífico Américas ahora se muestran como "Casi amenazada" en la lista UICN. Estos incluyen el *Pelecanus peruana*, *Sterna elegans* y *Contopus cooperi*.

A lo largo de la ruta migratoria, los hábitats importantes para los migrantes se encuentran amenazados por la infraestructura y desarrollo de la vivienda, el desarrollo de energía (por ejemplo, la minería o la extracción de combustibles fósiles), tropical la deforestación y la expansión e intensificación de la agricultura. Históricamente, la caza era una amenaza importante para las aves migratorias a lo largo de la ruta migratoria, como el testimonio de la desaparición de *Ectopistes migratorius*. Hubo un tiempo en que la especie probablemente fue la más numerosa del planeta. Bandadas migratorias enormes que contienen muchos millones de aves se extenderían a través del cielo por cientos de millas.

Estimaciones sugieren que al menos cuatro millones de aves han muerto en los EE.UU. cada año por colisiones con torres de telefonía móvil. En Wisconsin, una sola torre de radio ha causado al menos 120.000 muertes de aves desde que fue construido, y hay al menos 100.000 grandes torres de este tipo en los EE.UU. solamente. Las aves acuáticas migratorias son particularmente propensas a brotes periódicos de enfermedades infecciosas en los lugares donde se congregan.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

La fuente más importante de mortalidad en masa es el botulismo, causado por una neurotoxina botulínica *Clostridium*. En algunos años, las pérdidas por botulismo pueden ser considerables. Por ejemplo, 4-5 millones de muertes de aves acuáticas se atribuyeron al botulismo en el oeste Estados Unidos en 1952, mientras que en 1996 un brote en California mató a casi el 15% de la población occidental de pelícanos blancos americanos (*Pelecanus erythrorhynchos*). Recientemente, el papel de las aves migratorias en la propagación de la influenza aviar de alta patogenicidad ("gripe aviar") ha recibido una considerable atención. Sin embargo, todo indica que el papel de las aves migratorias infectadas en la difusión de la enfermedad es muy menor. Mucho más grave es el comercio de aves de corral y productos avícolas, el comercio de pájaros enjaulados y los movimientos humanos.

En el rostro de una gama tan diversa de amenazas, la conservación de las aves migratorias depende de la colaboración internacional y una respuesta coordinada a lo largo de las vías migratorias enteras. La clave para ello es la identificación y gestión de una red de coherencia de los sitios críticos para los migrantes.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



Figura IV.20. Principales rutas migratorias en América.

Nota de relevancia para la conservación y amenazas hacia los hábitats y la fauna. Uno de los efectos de las características fisiográficas y ambientales peculiares de Sonora es por supuesto, su biodiversidad la cual que presentan un gran número de endemismos, especialmente a nivel subespecífico. A pesar de la protección proporcionada por las áreas naturales protegidas y la NOM-059 la fauna de esta región aún enfrenta presiones considerables. Históricamente, el desierto sonorense es una frontera poco poblada con pocas zonas urbanas, pero su creciente popularidad como destino turístico ha impulsado el desarrollo de paisajes naturales prístinos, en particular a lo largo de las zonas costeras (Weissert, W. 2004) donde existe un creciente esfuerzo por construir marinas en Sonora. El gobierno federal también considera esta frontera como una región potencial para la extracción de recursos, lo cual está causando una creciente

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

transformación en el uso de suelo y su respectiva infraestructura para apoyar el crecimiento económico y social dentro de los sitios prioritarios para la biodiversidad (Myers et al. 2001). El Desarrollo de áreas prístinas, incluyendo grandes proyectos como puertos de embarque y terminales de gas licuado, desencadena la construcción de infraestructura para aguas negras, electricidad, y transporte. El continuo desarrollo y mejora de vías de transporte conduce a un aumento en la mortalidad de la fauna debido al tráfico vehicular.

En Sonora, prácticamente no hay una red de agua superficial, debido a la escasa precipitación y la topografía de las serranías de la zona. Esta condición se ilustra con el convenio entre SEMARNAT y propietarios de Unidades de Manejo Ambiental para suspender actividades cinegéticas y evitar efectos negativos en las poblaciones que ya enfrentaban una sequía prolongada en el periodo 2012-2013. Así, el desarrollo en la región de Sonora está agotando las fuentes de agua potable y sus hábitats nativos asociados. Las necesidades residenciales, industriales y agrícolas exigen un volumen cada vez mayor de agua potable en una región con escasa precipitación pluvial y muy pocos arroyos perennes. La construcción de campos de golf exagera la demanda de un recurso tan preciado drenando el ya limitado recurso de agua dulce (Lovich *et al.*, 2009).

En particular, estas características naturales de la zona, así como las contribuciones científicas recientes sobre la biodiversidad de la región han incrementado el número de taxones reportados, constituyendo así a Sonora, como una zona geográfica de gran relevancia para la conservación. Actividades y condiciones como la destrucción y fragmentación de hábitat, e incluso el diseño y construcción de caminos sin medidas para evitar el atropello accidental, así como la proliferación de fauna feral e invasora derivada de nuevos y más densos y extensos asentamientos humanos, constituyen elementos antropogénicos crecientes en la zona que suman riesgos para la estabilidad de la fauna en la zona. Así, se contempla necesario e imprescindible integrar medidas preventivas, correctivas, mitigantes, compensatorias y restrictivas al proyecto para garantizar una visión sustentable del mismo.

4.8. Medio Biótico

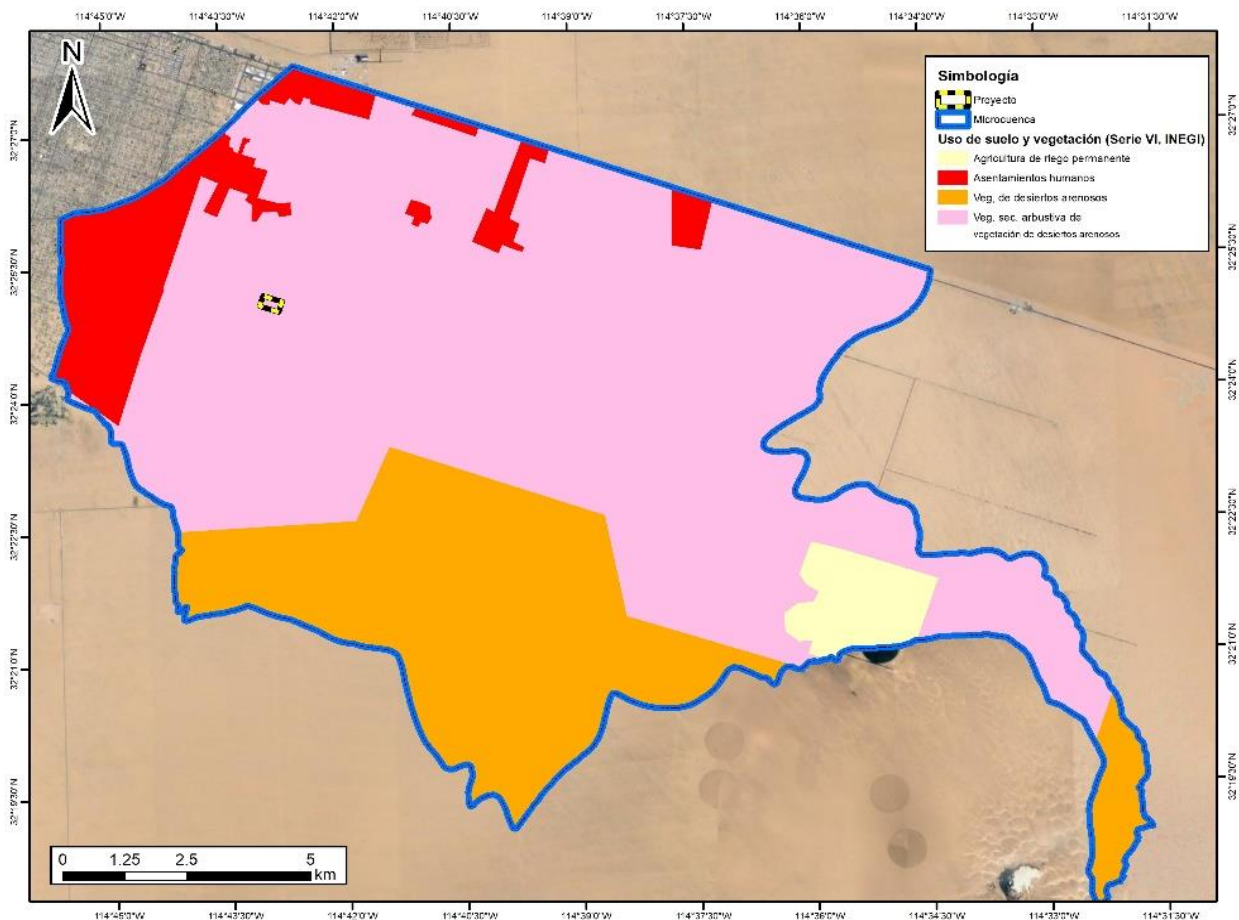
DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

4.8.1. Vegetación Terrestre

En la unidad de análisis (cuena hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado, donde se ubica el proyecto, se identifican 4 ambientes bien definidos y determinados por los componentes ambientales, tales como el tipo de suelo, pendiente y uso de suelo (mapa IV.36):



Mapa IV.36. Vegetación y uso de en el área de estudio.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

En la tabla IV.77 se presentan las superficies y porcentajes de los diferentes usos del suelo presentes en el área de estudio, cabe aclarar que para el caso específico de las zonas con vegetación forestal se utilizó las cartas temáticas de la serie VI de INEGI mediante el cual señala el área en estudio como zona de vegetación de desiertos arenosos.

Tabla IV.77. Usos del suelo y vegetación en el área de estudio.

No.	Nombre	Área CHF (Ha)	%
1	Agricultura de riego permanente	498.98	2.76
2	Urbano construido	1426.33	7.89
3	Vegetación de desiertos arenosos	4329.27	23.95
4	Vegetación secundaria arbustiva de Vegetación de desiertos arenosos	11822.76	65.4

En los siguientes párrafos se presenta una descripción general de los usos de suelo y tipos de vegetación presentes en la CHF de estudio, utilizando como referencia la carta de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI Serie VI.

a. Agricultura de riego permanente

Se incluyen todos aquellos conceptos referentes al uso que el hombre da a los suelos o soportes inertes que sostienen cultivos. La clasificación de los tipos de agricultura se hace teniendo en cuenta la forma en que los cultivos reciben el agua durante el ciclo agrícola y la duración del ciclo del cultivo dominante.



Figura IV.3. Agricultura de riego permanente encontrada en la CHF.

Permanente: Los cultivos permanecen en el terreno más de 10 años.

b. Urbano construido (AH)

Corresponde a elementos que no forman parte de la cobertura vegetal, que en el contexto de la CHF está representada por la localidad urbana de San Luis Río Colorado.



Figura IV.4. Imágenes de la ciudad de San Luis Río Colorado.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

c. **Predio forestal con vegetación de desiertos arenosos.**

La vegetación de desiertos arenosos es una comunidad formada por elementos arbustivos que se agrupan en manchones sobre dunas, fijándolas progresivamente.

Es una comunidad ligada estrechamente a condiciones edáficas, que se observa desde el nivel del mar hasta los 150 m de altitud. Está constituida por herbáceas anuales y perenne, así como por arbustos pertenecientes, con frecuencia, a comunidades circunvecinas (matorral micrófilo, sarcocaulo o vegetación halófila), esas plantas se establecen en las dunas y las van estabilizando progresivamente al formar manchones de vegetación que desarrollan y retienen el suelo.

Este tipo de vegetación se distribuye en la subprovincia del Desierto de Altar, sobre suelos uniformes en textura y estructura, como los regosoles. El clima predominante es semicálido con temperaturas medias anuales de 20 a 22 grados centígrados y precipitación total anual inferior a 150 mm; durante el invierno el descenso de la temperatura limita el crecimiento de algunas perenes entre ellas *Bursera microphylla*.

Su composición florística y estructura es muy sencilla, pues el número de especies y de estratos vegetales es menor que el de otros tipos de vegetación. Está formada principalmente de vegetación efímera (65,3 %) tanto de primavera – verano como de estaciones frías, los cuales producen, en esas épocas, florecimientos espectaculares sobre las dunas; sus especies más conspicuas son: *Abronia villosa*, *Oenothera deltoides* y *Lupinus arizonicus*.

Felger (1992) menciona que, de las 29 especies perennes localizadas sobre suelos arenosos, sólo 5 contribuyen a la vegetación de las laderas de dunas e interdunas, de modo de que éstas únicamente cuentan con una cobertura de plantas perennes del 11,3%. Los elementos característicos encontrados sobre dunas altas inestables, en orden decreciente de cobertura, son: *Ephedra trifulca*, *Ambrosia dumosa*, *Hilaria rigida*, y *Asclepios subulata*; entre las efímeras, *Abronia villosa*, *Dicoria canescens*, *Dithyrea californica*, *Drymaria viscosa*, *Lupinus arizonicus*. Sobre dunas bajas inestables se encuentran: *Artriplex canescens*, *Chamaesyce platysperma*, *Larrea tridentata* y *Prosopis glandulosa*. Sobre dunas bajas parcialmente estables se encuentran: *Hilaria rigida* y *Ambrosia dumosa* como más abundantes, además de *Asistida californica*, *Hilaria undulada*, *Larrea tridentata*, *Prosopis glandulosa* y *Tiquilia palmeri* entre otras.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Shreve menciona que *Ambrosia dumosa*, *Dalea emoryi*, *Coldenia palmeri* e *Hilaria* aumentan en abundancia cuando las dunas comienzan a estabilizarse, mientras que la (Dirección General de Geografía – INEGI, 1992) cita diferentes asociaciones, entre otras *Distichlis spicata* – *Hilaria sp.* – *Ephedra sp.*; *Larrea* – *Celtis Montanoa*; *Salicornia* – *Aloysa* – *Frankenia*; *Ambrosia dumosa* – *Opuntia bigelovi* – *Atriplex cenescens*.

Estas comunidades vegetales se mantienen muy cercanas a condiciones primarias y, a pesar de la baja cobertura de sus especies, algunas de ellas han sido utilizadas por los indios Papago como comestibles, por ejemplo: las semillas de *Dicoria cenescens*, *Mentzelia sp.*, *Oligomeris lunifolia*, *Lepidium lasiocarpum*, *Eriogonum sp.*; y los frutos de *Prosopis galindulosa*, *Lycium andersonii*, *Phoradendron californicum*, etc.

EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE ESTE TIPO DE VEGETACIÓN EN EL ÁREA DE ESTUDIO, EN GENERAL SE APRECIA EN BUEN ESTADO, AUNQUE LAS ACTIVIDADES AGRÍCOLAS, OCASIONAN GRAVES PROBLEMAS, PRINCIPALMENTE EN LA COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO, EN TANTO LAS ACTIVIDADES URBANAS LE DAN UN ENFOQUE ECOLÓGICO ORIENTADO A LA PRESERVACIÓN DEL AMBIENTE.

LA COMUNIDAD DE VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS PRESENTA UNA ESTRUCTURA RELATIVAMENTE SENCILLA, DE LA CUAL SE PUEDE DIFERENCIAR PERFECTAMENTE LOS ESTRATOS DEL DOSEL, QUE PRINCIPALMENTE ESTÁ CONFORMADO POR EL ESTRATO ARBUSTIVO DE 1 A 3 METROS Y EL ESTRATO HERBÁCEO HASTA 0.5 METRO.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



Figura IV.5. Predio forestal con vegetación de **desiertos arenosos** presente en el área de estudio.

4.8.2. Comunidad Vegetal Presente En El Predio En Proyecto

Con base en la clasificación de INEGI, 2018, serie VI y a fotointerpretación y visitas a campo, el tipo de vegetación es de **vegetación de desiertos arenosos (VDA)** y el uso del suelo con base en la clasificación es **forestal**. Los usos de suelo y vegetación suelo se presenta en la tabla IV.84 y la ubicación de las áreas forestales donde se requiere el cambio de uso de suelo se presentan en la tabla IV.78.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Tabla IV.78. Uso de suelo y vegetación en el predio para la Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial.

Nombre del Titular del Predio	Superficie (ha)		Tipo de Vegetación y/o Uso	Requiere ACUSTF	
	Forestal	No Forestal		Si	No
Comisión federal de electricidad (CFE)	1.00	--	Vegetación de desiertos arenosos (VDA)	Si	
Total	1.00	--			

Tabla IV.79. Superficie forestal en el predio de la obra Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial.

Propietario	Polígono	Vértices	Coordenadas		Superficie		Vegetación	Volumen m ³ VTA
			X	Y	m ²	ha		
Comisión Federal de Electricidad (CFE)	1	1	714743.99	3589249.64	90,000.0	9.00	Vegetación de desiertos arenosos (VDA)	6.833
		2	715123.82	3589124.22				
		3	715053.27	3588910.57				
		4	714673.44	3589035.98				

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Propietario	Polígono	Vértices	Coordenadas		Superficie		Vegetación	Volumen m ³ VTA
			X	Y	m ²	ha		
Total					90,000	9.0		6.833
					.0	0		

Muestreo de flora realizado en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental).

Se llevó a cabo un análisis de la comunidad vegetal que se distribuye tanto en la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado, así como en el predio donde se ubicará el Proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial, mediante el método de Müller-Dombois y Ellenberg (1974), en el cual se indica realizar un diseño de muestro, el cual consistió en lo siguiente:

Para la realización del presente inventario se utilizará de base la Carta de Uso del Suelo y Vegetación escala 1:250,000 Serie VI elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2018 con imágenes Landsat TM de los años 2002 e imágenes del sensor Spot para el año 2007 respectivamente. Se cuenta además con un acervo de imágenes de satélite de baja, mediana y alta resolución (para algunas zonas del país) que sirven de insumo en el análisis y manejo de la información, así como para la toma de decisiones durante la evaluación de los informes de campo entregados por las empresas contratadas.

Para la medición de los parámetros estructurales de la comunidad vegetal del área del predio en estudio, se realizaron 3 salidas de campo y se obtuvo información bibliográfica sobre el tema de trabajos realizados para la zona.

El primer recorrido de campo fue con fines de reconocimiento del área, registro de los diferentes factores ambientales, condiciones ecológicas y aspectos técnicos; posteriormente se realizó la medición o registro de los parámetros de los individuos vegetales y sus poblaciones.

El sistema de muestreo aplicado para el inventario fue estratificado y selectivo-estratificado. Para el predio en estudio con vegetación forestal se realizaron 4 sitios de muestreo circulares de 1000.0 m², para el caso de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado, se realizaron 4 sitios de muestreo

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

circulares de 1000.0 m² y en el mismo tipo de vegetación con el objetivo de comparar el ecosistema dentro y fuera del proyecto en estudio. Otros aspectos son:

- Condiciones del terreno en que se localiza el conglomerado como: altitud, pendiente, profundidad y textura del suelo, erosión, fisiografía, pedregosidad y drenaje.
- Diversidad de especies por estrato (herbáceo, cactáceas y arbustivo).
- Características de especies de flora: raras, endémicas, amenazadas, en peligro de extinción y uso.
- Impactos ambientales a los recursos vegetación, suelos, agua y fauna, por causas como incendios, aprovechamientos forestales, cambio de uso del suelo, pastoreo, plagas y enfermedades, apertura de caminos, líneas eléctricas, actividades mineras, y asentamientos humanos.
- Aspectos dasométricos del arbolado: nombre común, diámetro, altura total, altura comercial, y daño en, caso de haberlo.
- Frecuencia y vigor del repoblado.

De cada sitio de muestreo se obtuvo la posición geográfica expresada en coordenadas UTM, la cual se realizó con un GPS Garmin eTrexVenture.

El estrato herbáceo fue analizado para conocer su abundancia, parámetros estructurales y valor de importancia biológica. Para lo anterior se establecieron 4 cuadrantes de 1 m X 1 m (1 m², c/u) para los sitios dentro de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado y en los sitios del predio del proyecto, al norte a 5 m al centro de cada sitio de muestreo. Brower & Zar (1984) consideran que sitios cuadrados proporcionan buena información de la vegetación herbácea y los cuadrantes de al menos 1 m², son apropiados. Para el análisis del estrato herbáceo, considerando el tamaño y abundancia de las hierbas, Brower & Zar recomiendan cuadrantes de 1 m², lo que puede dar confiabilidad para incluir especies representativas de un área dada.

En la visita de campo se realizó el reconocimiento del área, registro de los diferentes factores ambientales, condiciones ecológicas y aspectos técnicos, en donde se realizaron la medición y registro de los parámetros de los individuos vegetales y sus poblaciones conforme a los siguientes puntos.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

- a) De acuerdo a la clasificación de INEGI, 2018 Serie VI, así como de fotointerpretación y visitas a campo, se definió una comunidad vegetal en el área del predio en estudio y se establecieron sitios de muestreo de dimensiones fijas distribuidos de manera de tener lo mejor representada esta comunidad vegetal en su estructura y composición, así como sus condiciones ecológicas.
- b) En cada sitio de muestreo se hicieron recorridos con el fin seleccionar (método selectivo) los sitios menos alterados y así establecer la parcela de muestreo.
- c) Se determinó realizar sitios circulares de 1000.0 m² (radio de 17.84 m) para el estrato y arbustivo, para el caso de las herbáceas se realizaron parcelas de 1.0 m² (1 x 1 m), debido al gradiente topográfico del terreno que existe en el área para medir a todos los individuos florísticos.
- d) En cada sitio se registró nombre de la especie, número de individuos, altura de cada uno de ellos, su cobertura y el diámetro a la altura del pecho (DAP). Así mismo, se registraron características físicas y ecológicas del sitio.

Para el registro de especies se emplearon dos métodos básicamente, los cuales se describen a continuación:

Identificación *in situ*: es la técnica mediante la cual, a través de la observación en campo de estructuras reproductivas (flor y/o fruto), o de características de las cortezas (morfología, olor, color, textura) de los elementos arbóreos, arbustivos, herbáceos o cualquier otra forma de vida de las plantas se puede determinar el género e incluso la especie a la que corresponde. Al respecto, resulta importante señalar que el uso de las estructuras anatómicas para la identificación de especies es la de mayor importancia.

Colecta de plantas en floración y fructificación: para aquellos elementos de la flora que no se determinaron en campo, aun cuando presentaban estructuras reproductivas, fueron colectadas y prensadas siguiendo la técnica para preparar especímenes botánicos según Gaviño *et al.*, (1972) y Lot y Chiang, (1986). Posteriormente se llevaron a herbarios de instituciones educativas donde mediante el uso de claves taxonómicas, imágenes y descripciones, fueron identificadas. Es importante comentar, que cada ejemplar se cotejó con los existentes en la colección botánica del herbario de la UNE.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



Figura IV.6. Identificación de ejemplares botánicos en herbarios institucionales

Posterior a la clasificación de las especies registradas en los diferentes sitios de muestreo se procedió a elaborar el listado florístico. El análisis de la riqueza, abundancia relativa y diversidad florística de cada unidad de análisis se presenta a continuación.

El tipo de vegetación fue diferenciado con base en atributos fisonómicos, florísticos y fenológicos, y la nomenclatura de los mismos está basada en el criterio de INEGI, 2018, de esta manera la comunidad vegetal identificada es de **vegetación de desiertos arenosos**.

Para realizar un Inventario Forestal, fue necesariamente la ejecución de una larga serie de actividades y la coordinación de gran cantidad de personas. Se especifico con claridad qué etapas componen el inventario y qué actividades se realizan en cada una de ellas es esencial para el buen funcionamiento del proceso. Una de las etapas fundamentales en la elaboración de este Inventario Forestal es el Muestreo de Campo por lo que fue necesario detallar los procesos metodológicos para el levantamiento de la información. El muestreo de campo para el inventario, consistió en el levantamiento de 4 puntos de muestreo de 1000.0 m² cada uno (cuenca) distribuidos en las diferentes condiciones de vegetación presentes en todo el perímetro del predio en estudio, es decir en ecosistemas de vegetación de desiertos arenosos.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

La diferencia e importancia del actual inventario fue que se tendrán inventariadas todas las condiciones ecológicas existentes. La agrupación realizada para la intensificación del muestreo se basa en las diferentes condiciones de las comunidades vegetales del país, la variabilidad estadística y su importancia forestal.

El diseño del muestreo dasonómico fue selectivo-estratificado, esto con la finalidad de contar con elementos estadísticos que permitan estimar la confiabilidad del inventario e intensificar el muestreo en las zonas con mayor dinámica de cambio y con las estructuras vegetativas más complejas.

Como se mencionaba anteriormente la base del diseño de muestreo, es la carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie VI, elaborada por el INEGI. Para ello primeramente se definió, con base a los objetivos del inventario, la estratificación a realizarse para el muestreo de acuerdo al sistema de clasificación de la vegetación utilizado en la cartografía, la superficie, ubicación y el nivel de importancia de cada uno del ecosistema vegetal; importancia ecológica, económica maderable y/o económica no maderable, etc.

Se conoció detalladamente la zona a muestrear para la fácil ubicación de los sitios de muestreo. Durante la etapa de planeación del muestreo de campo fue muy importante que el proveedor considere los factores limitantes de acceso a los conglomerados, de acuerdo a la región de trabajo y tomar las medidas necesarias para el acceso a la toma de datos. En cuanto a los factores humanos que limitarán el arribo a los sitios de muestreo se encuentran principalmente: condiciones de los caminos, caminos trancos por linderos. Todo ello para la implementación de las medidas necesarias que permitan realizar el muestreo de campo al ciento por ciento de las regiones de trabajo.

Para el levantamiento de la información de campo se integró una brigada de trabajo, buscando optimizar el tiempo y reducir el costo de las labores por lo que cada brigada deberá operar con el personal, equipo y los materiales requeridos.

Una brigada de trabajo se constituyó por un tomador de datos (Jefe de Brigada) y cinco auxiliares de campo, que ayudaron en las mediciones, calificación y descripción de la vegetación y en el caso de necesitarse, en la realización de brecheo. Los integrantes de las brigadas de levantamiento de datos de campo están capacitados para realizar las labores requeridas con la calidad convenida. Las brigadas o cuadrillas de trabajo de campo fueron integradas por 6 personas que tenían las siguientes funciones:

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Jefe de Campamento. Organizar y supervisar los trabajos diarios de las diferentes brigadas de la zona, así como el de garantizar la calidad del levantamiento del muestreo en campo.

Jefe de brigada. Responsable del levantamiento y registro correcto de la información cualitativa y cuantitativa en campo de acuerdo a los manuales e instructivos por tipo de vegetación así como la captura de los datos en la PDA.

Auxiliares de campo. Auxiliar al jefe de brigada en el levantamiento de la información en campo.

Se proporciona al personal de campo el material necesario para el levantamiento de la información así como dotar de un botiquín con los medicamentos mínimos requeridos para un accidente y/o mordedura de serpiente.

Además cada equipo de trabajo o cuadrilla llevaron, de una credencial con fotografía del trabajador especificando su puesto en la brigada de trabajo, así como un oficio con sello y firma del director de la empresa dirigido a las autoridades correspondientes, que ampare su trabajo de acuerdo a la región y periodo de la comisión. La credencial cuenta con el logotipo y sello de la empresa; nombre y firma del director y del empleado.

En general el ahorro en tiempo se verá reflejado en el número de sitios por área de trabajo. El personal de campo requirió de supervisión y retroalimentación directa y permanente por lo que el jefe de campamento acompañó y apoyo al grupo de trabajo continuamente; esto mantiene la motivación en vigor y apoya la calidad del levantamiento haciendo partícipe su dedicación al proyecto. Dependiendo de las condiciones del lugar, el jefe de campamento decidió cuál es el número apropiado de conglomerados por brigada por día.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

IV.293



Figura IV.7. Levantamiento de la información de la vegetación en campo e identificación de las especies vegetales.

Es preciso señalar que con la finalidad de realizar el análisis de similitud que se expondrá en el presente estudio, el razonamiento a nivel unidad de análisis se realizará únicamente en la comunidad que será intervenida durante la realización del CUSTF.

En la tabla IV.80 se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo realizado en la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado y en la figura IV.8 se hace una representación gráfica de los sitios de muestreo.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Tabla IV.80. Coordenadas UTM WGS84 (Zona 11) de los sitios de muestreo realizado en la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado.

NO	COORDENADAS		TIPO DE VEGETACION	OBSERVACIONES
	X	Y		
SF1-C	714825	3588830	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)	
SF2-C	715088	3588808	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)	
SF3-C	715145	3588667	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)	
SF4-C	715519	3588668	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)	

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

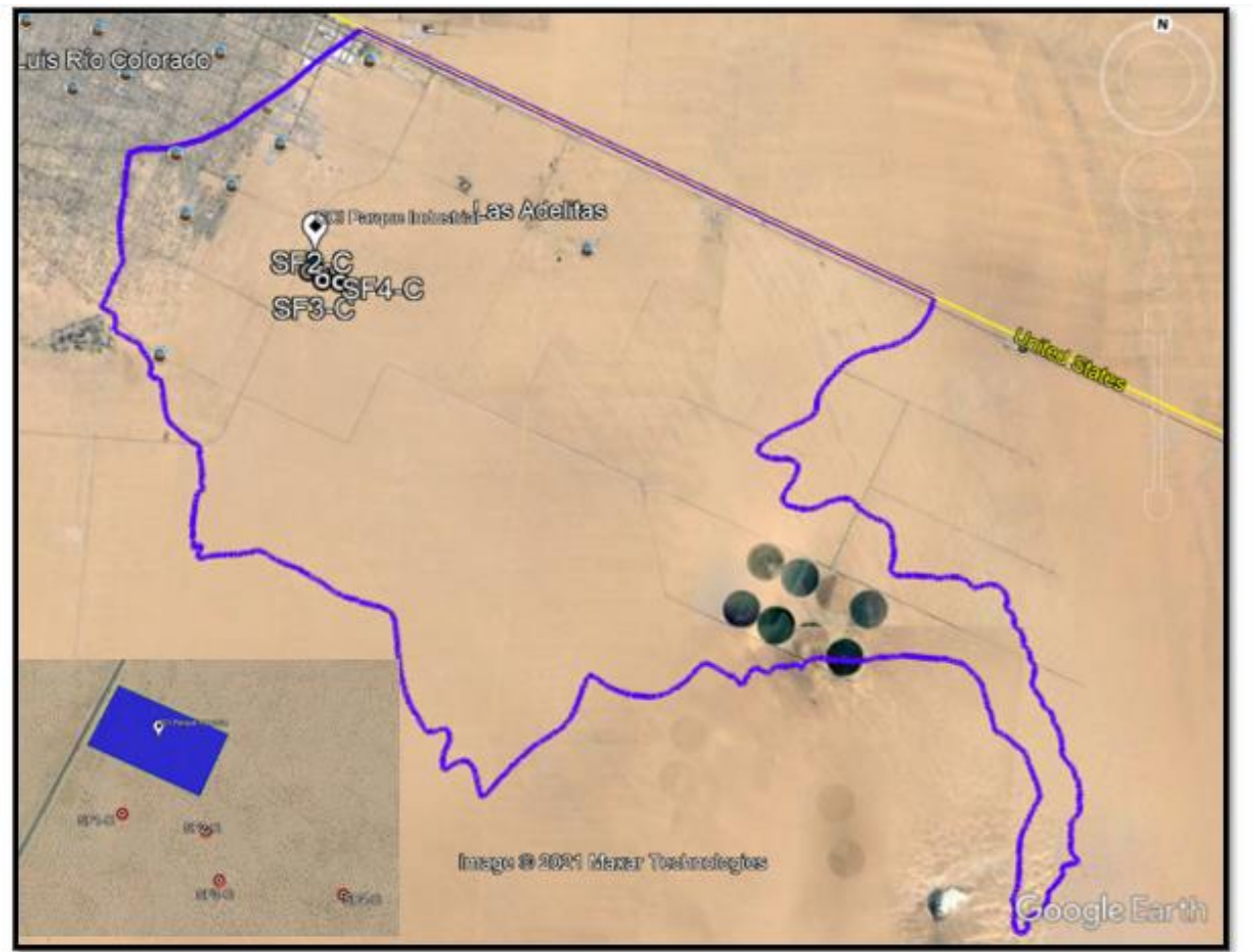


Figura IV.8. Representación gráfica de los sitios de muestreo realizado en la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado.

Nota. Cabe aclarar que para el análisis de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado se realizaron más sitios de muestreo de este tipo de vegetación a afectarse con el CUSTF donde la calidad de sitio es mejor o mejor representada o conservada, con las abundancias obtenidas en el muestreo se puede observar una tendencia a la asíntota, en donde las especies que presentaron un solo registro y aquellas que estuvieron presentes en un solo transecto (uniques y singletons) también marcan una tendencia a la estabilización, esta característica indica que el muestreo fue realizado en forma suficiente y que la muestra obtenida mediante la metodología empleada es

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

representativa del atributo medido, que en estos tipos de vegetación presentes en el área del proyecto. La representatividad del muestreo con fines de inventario florístico, se comprobó mediante la aplicación de la curva de acumulación de especies, la cual se utiliza para estimar el número de especies esperadas a partir de un muestreo, permitiendo observar cómo el número de especies se va acumulando en función del número acumulado de muestras. De esta manera, cuando se alcanza la asíntota de especies acumuladas, se considera que la muestra es representativa del atributo medido.

En cuanto al predio destinado para el proyecto Central de combustión interna (CCI) Parque Industrial, el tamaño de la muestra e intensidad del muestreo para las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas fue de la siguiente manera.

Para determinar el tamaño de la muestra, la información dasométrica se levantó en las 9.00 ha, las cuales corresponden a la superficie con vegetación forestal en la totalidad del proyecto. La distribución del muestreo por tipo de vegetación y/o comunidad se realizó de la siguiente manera:

El cálculo del tamaño de muestra tal y como se aprecia en la siguiente ecuación:

$$n = \left(\frac{IM}{100} \right) * N$$

Donde:

n = Superficie a muestrear (ha)

IM = Intensidad de muestreo (%)

N = Superficie total (ha)

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

El total de sitios requeridos para recabar la información de campo, se obtuvo utilizando la siguiente expresión:

$$NS = \left(\frac{n * 10000}{Ts} \right)$$

Donde:

NS = Número de sitios

n = Superficie a muestrear (ha)

Ts = Tamaño de la unidad de muestreo (m²)

En base a lo anterior y para el caso de las áreas forestales que se verán afectadas con la construcción del proyecto, se levantó la información forestal de la siguiente manera; vegetación de desiertos arenosos de las 9.00 ha se levantó la información en 4 (cuatro) sitios circulares de 1,000.0 m² (17.84 m radio) lo que representa un total de 00-40-00 ha, cada uno.

La intensidad de muestreo, es la relación porcentual de la superficie de la muestra con respecto a la superficie total, calculada por:

$$F = (n / N) * 100$$

Donde:

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

F = Intensidad de muestreo en porcentaje

n = Numero de unidades de la muestra

N = Número de unidades de toda la población

La intensidad de muestreo según Carrillo (2008), está en función de los siguientes aspectos:

1. Variabilidad de la población
2. Precisión de la información
3. Error de muestro que se piensa tolerar
4. Grado de confiabilidad de la estimación y
5. Recursos disponibles

El mismo autor señala que de acuerdo a experiencias son aceptables intensidad que van de 1 a 10%, siendo más notable los de 2-4%.

De acuerdo con información de la Universidad Autónoma Chapingo⁵, en inventarios forestales se han utilizado intensidades de muestreo de 0.1% a 1 %, y el valor que se tome está en función de: superficie a inventariar, recursos financieros, precisión requerida, tiempo disponible para realizar el inventario. En el caso específico del predio de la Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial el cual cuenta con una superficie de 90000.0 m² (400 x 225 m), se levantó tres sitios de dimensiones fijas (circulares) de 1,000 m² /17.84 m radio), lo que equivale a 4,000 m², realizando un conteo directo de la vegetación presente dentro de estos sitios de muestreo.

Tabla IV.81. Coordenadas UTM del sitio de muestreo de vegetación considerado en el presente estudio.

Sitio	Coordenadas (UTM) WGS84 (región 11)		TIPO DE VEGETACION
	X	Y	
SF1	714728	3589080	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
SF2	714867	3589151	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)

⁵ <http://www.virtual.chapingo.mx/dona/sis.prod.forestal/Evaluaci%F3n.pdf>

SF3	714932	3589023	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)
SF4	715058	3589093	Vegetación de Desiertos Arenosos (VDA)

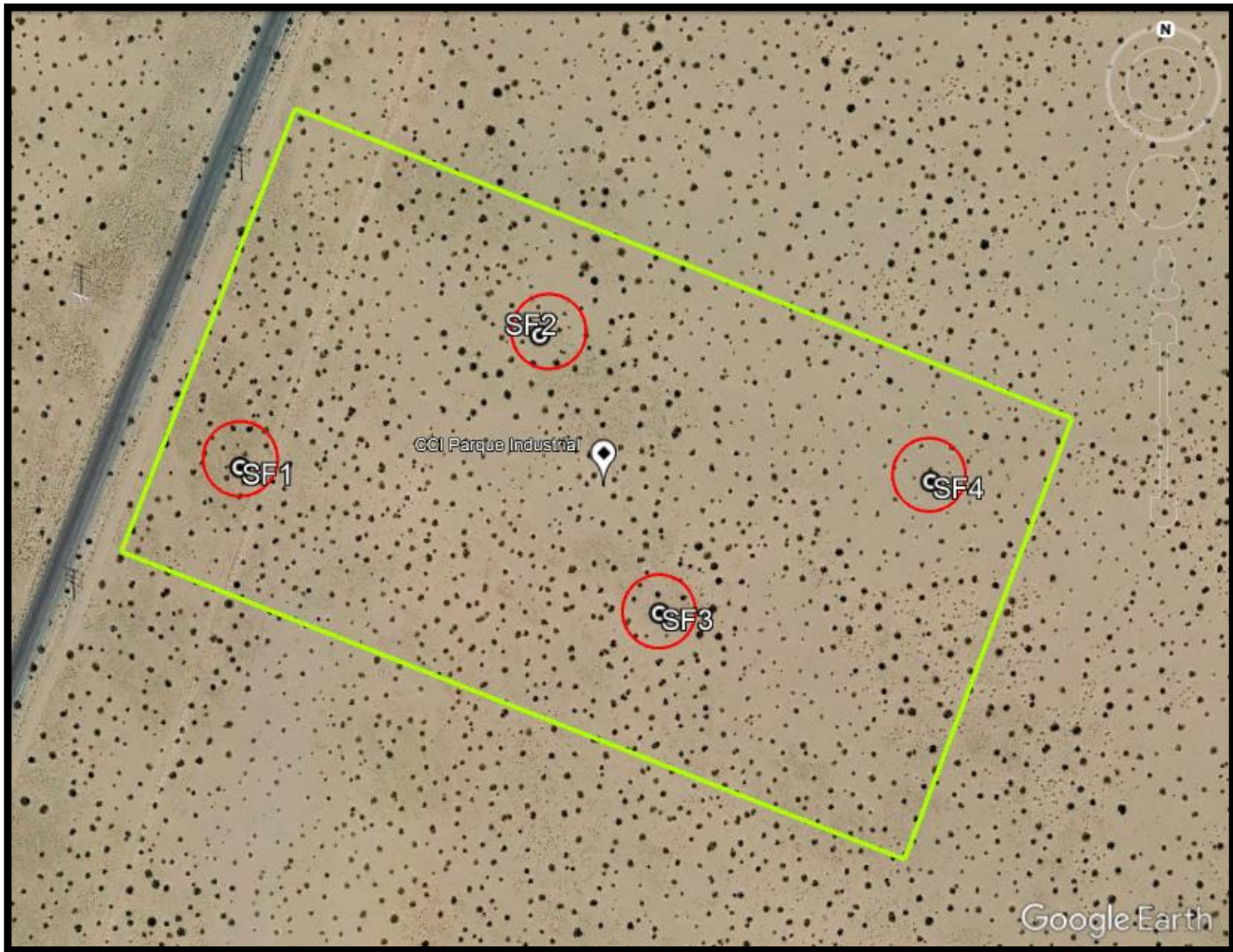


Figura IV.9. Ubicación de los sitios de muestreo de vegetación para la Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial.

El procedimiento empleado para la colecta de la información forestal en campo fue de la siguiente manera; se identificó el centro del sitio seleccionado, el cual fue georeferenciado y se señaló y se marcó con una banderilla de color amarilla, una vez definido el centro del sitio se midió la pendiente

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

en grados de inclinación del terreno para compensarlo, se dividió el círculo en cuatro parcelas (1, 2, 3 y 4), repartidas en los cuatro vértices geográficos (Norte, Este, Sur y Oeste), dichas parcelas fueron delimitadas del centro hacia las orillas y las orillas de la circunferencia marcando los arbustos que entrarían, una vez delimitado el sitio y las cuatro parcelas se prosiguió a la medición del arbolado, iniciando del norte en dirección a las manecillas del reloj, cuantificando cada especie de árboles y arbustos y tomando su lectura real en cm. de su diámetro a la altura de pecho y la altura en metros de cada uno de estos, dicha información fue agrupada en cada una de las cuatro parcelas de cada sitio.

Para considerar a un individuo como parte del estrato arbustivo se consideró a aquellos individuos que presentaron una altura entre 0.50 y 3.9 metros. Y como parte del estrato herbáceo se consideró a los o individuos con una altura menor a 0.50 metros.

Con la información recabada durante el muestreo de vegetación de la comunidad vegetal se calcularon los atributos de la vegetación, tales como densidad, dominancia y frecuencia de las especies localizadas dentro del área de estudio, y de esta manera obtener el Índice de Dominancia Relativa o Valor de Importancia Ecológica (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974⁶).

4.8.3. Vegetación De Desiertos Arenosos

En este apartado se hace una descripción de las condiciones, de las densidades, frecuencias y densidades relativas, así como de los índices de valor de importancia y de diversidad de la vegetación de desiertos arenosos presente en la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado y en el predio donde se ubica el proyecto.

- Composición florística

Durante los muestreos de campo se registraron las especies florísticas, tanto del área del proyecto y de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado, (tabla IV.82).

⁶ Mueller-Dombois, D. and H. Ellenberg. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. Wiley, New York

Tabla IV.82. Composición de la vegetación de vegetación de desiertos arenosos y estatus de protección.

Especie	Nombre común	Categoría NOM-059	Predio CUSTF	Sistema ambiental o Cuenca
<i>Ambrosia dumosa</i>	Chamizo		X	X
<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora		X	X
<i>Abronia villosa</i>	Verbena del desierto			X
<i>Amsinckia tessellata</i>	Cola de alacrán		X	X
<i>Chorizanthe rigida</i>	Flor de espinas		X	X
<i>Hesperocallis undulata</i>	Lirio del desierto			X
<i>Palafoxia arida</i>	Palafoxia			X
<i>Plantago ovata</i>	Plantago		X	X
<i>Psorothamnus emoryi</i>	Dalea		X	X

Especies vegetales bajo régimen de protección legal dentro de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado y dentro del predio del predio de la Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial.

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010) en la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial y del predio sujeto a CUSTF, NO existen o NO se registrará ninguna especie durante los muestreos, especies en alguna categoría establecida en dicha norma oficial, en la cuenca o sistema ambiental y dentro el predio del proyecto.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

El estado de conservación en la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado que registra esta comunidad vegetal, cualitativamente tiende a ser bajo, debido a que los terrenos que tuvieron vegetación forestal se han venido utilizando para la agricultura de riego sobre todo en terrenos con pendientes suaves donde el principal uso es el agrícola; y en aquellos que se establecieron en laderas por la erosión presentada en el suelo se encuentran en desuso o tienen afinidades para actividades pecuarias; la incidencia sobre la comunidad vegetal de vegetación de desiertos arenosos, también se ha venido presentando por la construcción y operación de caminos de terracería, industria, así como también el crecimiento de la frontera urbana y las actividades industriales.

Con relación a “perturbaciones” que se presentan en el predio del proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial, se encuentra cualitativamente en mal estado, debido principalmente a las actividades urbanas e industriales, así mismo las construcciones de carreteras y caminos vecinales ha propiciado un deterioro en el suelo, la flora y fauna del lugar.

Determinación de los Valores de Importancia de la vegetación

El inventario para la evaluación de la vegetación que será removida por la construcción del Proyecto, definida en puntos anteriores se llevó a cabo mediante un muestreo de sitios de dimensiones fijas del total de la vegetación a afectarse del predio de la obra en estudio. Una vez en campo, se localizó mediante GPS (Geoposicionador Satelital) la localización exacta de los extremos del predio de la obra y se procedió a obtener la información; básicamente toda la vegetación perenne y anual presente fueron contabilizadas y agrupadas por especie. La identificación de las especies vegetales se logró con ayuda de guías de campo, aquellas cuya identificación no se concreto en el sitio, fueron colectadas para su posterior reconocimiento, con ayuda de bibliografía especializada.

Mediciones de campo

La información recabada en campo se agrupó en dos clases, la ecológica y la de control. En la primera se capta información de las características generales como son: especies presentes en el sitio, usos de la vegetación, altura sobre el nivel del mar, pendiente general, exposiciones y tipo de erosión presente. En el otro tipo de datos, se anota información referente a la ubicación

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

IV.303

geográfica del proyecto como es: entidad, carta de INEGI que formó la información y fecha de realización del muestreo.

Dado que el presente estudio requiere realizar una valoración específica de las condiciones ambientales existentes en el predio en estudio, primeramente, se realizó un análisis preliminar, a través de una visita al sitio del predio en estudio, con el fin de obtener la información sobre la superficie a afectarse (tipo de vegetación, especies, tamaño, topofomas del terreno, etc.) y que sirvieran de base para la planeación y ejecución de los trabajos.

En la superficie forestal se levantó información dasométrica. Para el registro de información levantada se utilizaron formatos elaborados para éste proyecto, donde se tomaron datos de altura y cobertura de los individuos presentes, sitios de muestreo, así como el porcentaje de cubierta, otros datos del medio ambiente se tomaron en forma general de acuerdo a la experiencia del equipo que participó (pendiente, porcentaje de materia orgánica, rocosidad y observaciones en general), complementando posteriormente en gabinete con material bibliográfico y bancos de información científica consultadas en forma electrónica.

Con la información recabada durante el muestreo de vegetación, se calcularon los atributos de la vegetación, tales como densidad, dominancia y frecuencia de las especies localizadas dentro del área de estudio, y de esta manera obtener el Índice de Dominancia Relativa o Valor de Importancia Ecológica (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974).

Para el cálculo de los atributos de la vegetación se utilizaron las siguientes fórmulas:

1. Densidad (d).- Se refiere al Número de individuos por unidad de Área.

$$d = \Sigma i$$

Dónde:

d= Densidad

Σi =Sumatoria del total de los individuos de cada especie.

2. Densidad relativa (dr).- Es el porcentaje del número de individuos por unidad de área.

Se obtiene a partir de la densidad por especie dividido entre el número total de las especies por unidad de área y multiplicado por 100.

$$dr = \frac{N}{T} \times 100$$

Dónde:

N = Número de individuos de cada especie

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

T = Total de individuos

3. Frecuencia Absoluta (F). Se refiere al Número de veces que aparece una especie en cada muestreo entre el Número total de muestreos.

$$F = \frac{Po}{Npo}$$

Dónde:

Po = Número de puntos de ocurrencia de la especie

Npo = Número total de puntos

4. Frecuencia relativa (Fr).- Es el porcentaje de la frecuencia que aparece una especie en los muestreos.

$$Fr = \frac{F}{\Sigma F} \times 100$$

Dónde:

F = Frecuencia absoluta

ΣF = Sumatoria de las frecuencias de todas las especies.

Los valores del área basal o cobertura aérea para todos los individuos de cada especie fueron sumados y divididos entre el número total de la misma especie, para obtener los valores promedio de dominancia de las distintas especies.

Dominancia = Densidad de una especie x Valor promedio de dominancia de la especie.

Dominancia (Do):

$$Do = \frac{Ap}{Am} \times \Sigma nt$$

Dónde:

Do = $Ap \times \Sigma nt / Am$

Ap = Área promedio cubierta o área basal de cada especie

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

A_m = Área muestreada
 N_i = Número de individuos por especie

Dominancia relativa (Dor):

$$Dor = \frac{A_e}{A_t} \times 100$$

Dónde:
 A_e = Área cubierta o área basal de cada especie
 A_t = Área total de todas las especies.

Finalmente, se obtuvo el Valor de Importancia y el Índice de Dominancia Relativa por especie con la sumatoria de los valores de cada uno de los atributos ecológicos.

Valor (Índice) de importancia

$$(IVI) = dr + Fr + Dor/3$$

Dónde:
 dr = Densidad Relativa.
 Fr = Frecuencia relativa.
 Dor = Dominancia Relativa.

Índice de Dominancia Relativa

$$(InDor) InDor = (dr + Dor) / 2$$

Dónde:

dr = Densidad Relativa
 Dor = Dominancia relativa

Con los datos obtenidos en los sitios de muestreo se calcularon los índices de diversidad por tipo de vegetación.

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H').

S

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

$$H' = - \sum_{i=1} P_i (\ln P_i)$$

Dónde:

P_i = Proporción de la especie (n_i) en la muestra total (N): P_i = n_i/N
N = Número total de individuos

Índice de Equidad de Pielou (J')

$$J = \frac{H'}{\ln S}$$

Dónde:

H' = Índice de Shannon-Wiener
LN S = Es la diversidad máxima que se obtendría, si la distribución de las abundancias de las especies, en la comunidad fuesen perfectamente equitativas.

Índices de Valor de importancia.

La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de las especies en la superficie del bosque o selva. Esta estructura puede evaluar sea través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema, es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (I.V.I) (Krebs, 1989); esta característica de la comunidad vegetal se relaciona con la distribución de los diámetros y el área basal de los árboles de una población y los patrones de distribución de las especies. Dicho valor es importante ya que revela la importancia ecológica relativa de cada especie en cada asociación, mejor que cualquiera de los parámetros evaluados en forma individual.

Para determinar el valor de importancia de cada asociación vegetal los parámetros utilizados fueron densidad, dominancia y frecuencia en cada estrato de vegetación forestal presente dentro del predio en estudio.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Las comunidades biológicas poseen una propiedad emergente, la diversidad específica, que se relaciona con la variedad dentro de esas comunidades, este atributo es la expresión de dos componentes. El primero de ellos es el número de especies presentes en la comunidad, denominado riqueza de especies. El segundo componente es la equitabilidad, que se refiere a cómo la abundancia (e.g., el número de individuos, biomasa, cobertura, etc.) se distribuye entre las especies de la comunidad.

El índice de diversidad Shannon-Wiener (H') mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad 'extensa' de la que se conoce el número total de especies S ; es decir, mide la probabilidad de que una muestra seleccionada al azar de una población infinitamente grande contenga exactamente n_1 individuos de especie 1, n_2 de especie 2,... y n_S individuos de la especie S (Greig-Smith, 1983; Hill, 1973). El valor de este índice aumenta a medida que 1) aumenta la riqueza de especies, y 2) la cantidad de individuos de cada especie tiene a ser similar.

También puede considerarse la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos. Por lo tanto, $H' = 0$ cuando la muestra contenga solo una especie.

La diversidad máxima (H') se puede calcular fácilmente como $H' = \ln S$, donde S representa el número de especies de la población. Por esta razón, se hace evidente que H' no aumenta linealmente con la riqueza (cantidad de especies), sino que lo hace rápidamente pero luego se "satura" y crece lentamente, por lo que el índice H es sensible a bajas riquezas. Este índice subestima la diversidad específica si la muestra es pequeña.

Otra variable es la equitatividad, la cual mide abundancia de todas las especies en una muestra, en donde el valor máximo se presenta cuando hay la misma abundancia y decrece tendiendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos homogéneas (equitativas).

Valores de Importancia de la vegetación y parámetros bióticos y estimación del índice de Diversidad y Equidad por especie del tipo de vegetación.

En las tablas IV.89 y IV.90 se indica los valores relativos de las densidades, frecuencias y dominancias, así mismo el valor de importancia de las especies de acuerdo a la estructura de la vegetación registrada en la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental)

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado y en las superficies requeridas como el predio de la Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial.

Unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado.

4.8.4. Vegetación de desiertos arenosos (VDA) (estrato arbustivo)

A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante del estrato arbustivo de vegetación de desiertos arenosos en cobertura vegetal es la " *Ambrosia dumosa*" la cual registra un 57.33%, le sigue la " *Larrea tridentata*" con el 42.67%, que juntas tienen una importancia por encima del **100.00%** del total del índice de dominancia.

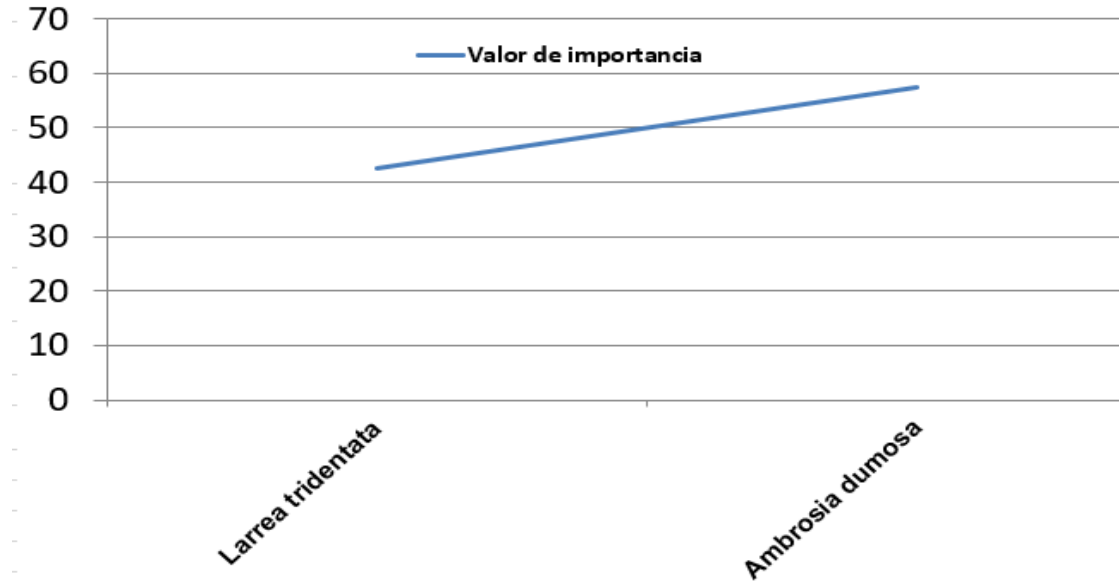
Tabla IV.83. Parámetros bióticos del estrato arbustivo de vegetación de desiertos arenosos.

N O.	Nombre Científico	Nombre registrado en campo	No Ind 4 Sitios	No. de ind./ha	Densidad relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	Valor de importancia	Índice de dominancia relativa
1	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	102	255	60.00	18.00	50.00	42.67	39.00
2	<i>Ambrosia dumosa</i>	Chamizo	68	170	40.00	82.00	50.00	57.33	61.00
	TOTAL		170	425	100	100.0	100	100	100

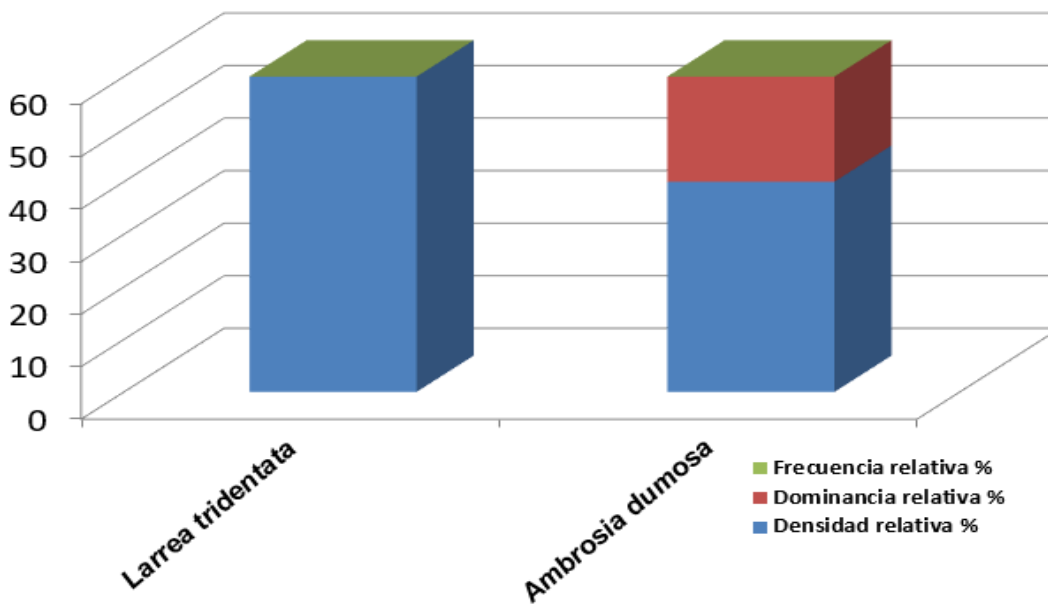
DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



Grafica IV.10. Muestra los valores de Índice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo evaluado.



Grafica IV.11. Muestra los valores de densidad, frecuencia y dominancia relativa estimados.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

El índice de diversidad para el estrato arbustivo de vegetación de desiertos arenosos se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Ambrosia dumosa* (0.36652); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron *Larrea tridentata* con un valor de 0.30650.

Tabla IV.84. Índice de Diversidad de especies arbustivas de vegetación de desiertos arenosos.

NO.	Nombre Científico	Nombre registrado en campo	No Ind 4 Sitios	No. de ind./ha	Indice de diversidad
1	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	102	255	0.30650
2	<i>Ambrosia dumosa</i>	Chamizo	68	170	0.36652
		TOTAL	170	425	0.6730
				Σni=N	Σpi x LN(Pi)
	Riqueza S=	2			
	Resultado: H' =	0.6730			
	Resultado: J' =	0.9710			

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H')

$$H' = \sum_{i=1}^s P_i (LN P_i)$$

Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total (N):
Pi= ni/ N

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

N= Número total de individuos

Índice de Equitatividad de Pielou (J')

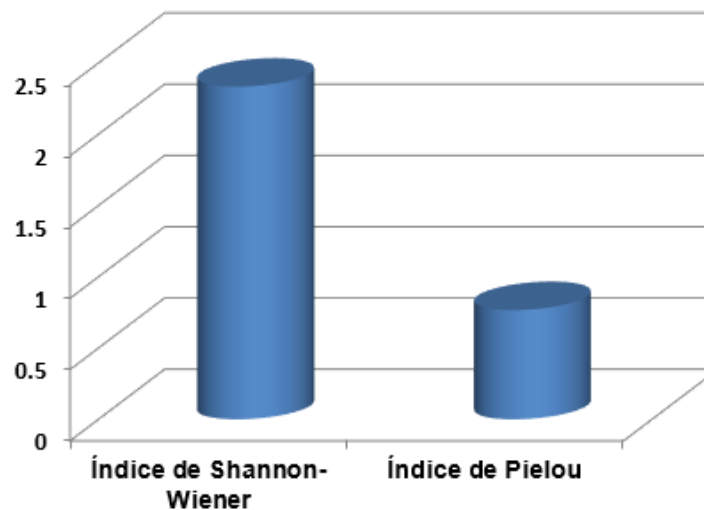
$J' = \frac{H'}{\ln S}$	H' = 0.6730	J = 0.9
LN S	LNS = 0.6931	

Donde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

LN S = Es la diversidad máxima que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas.

Índice de diversidad y equitatividad

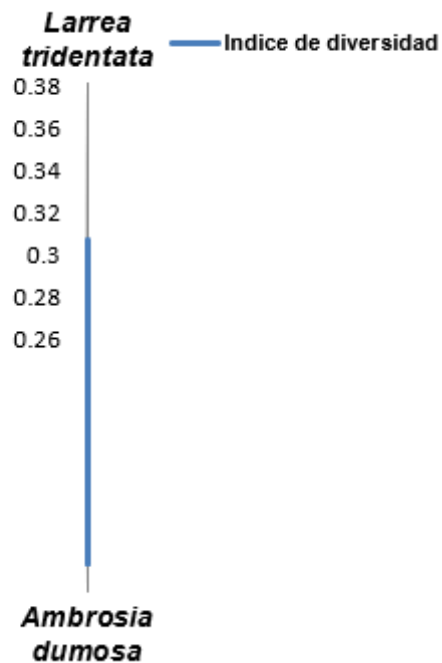


Grafica IV.12. Muestra los valores de Diversidad y Equidad estimados para el área en estudio.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



Grafica IV.13. Muestra los valores de diversidad del estrato arbustivo para el área en estudio.

Conforme los resultados obtenidos, se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener está por debajo del mínimo establecido, con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta baja diversidad, así mismo de acuerdo al índice de equidad la comunidad tiene una distribución de individuos tendientes a la uniformidad.

El parámetro de medición del índice de diversidad es de 0 - 5.

* 0 (Cero o nulo).- para cuando los individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie.

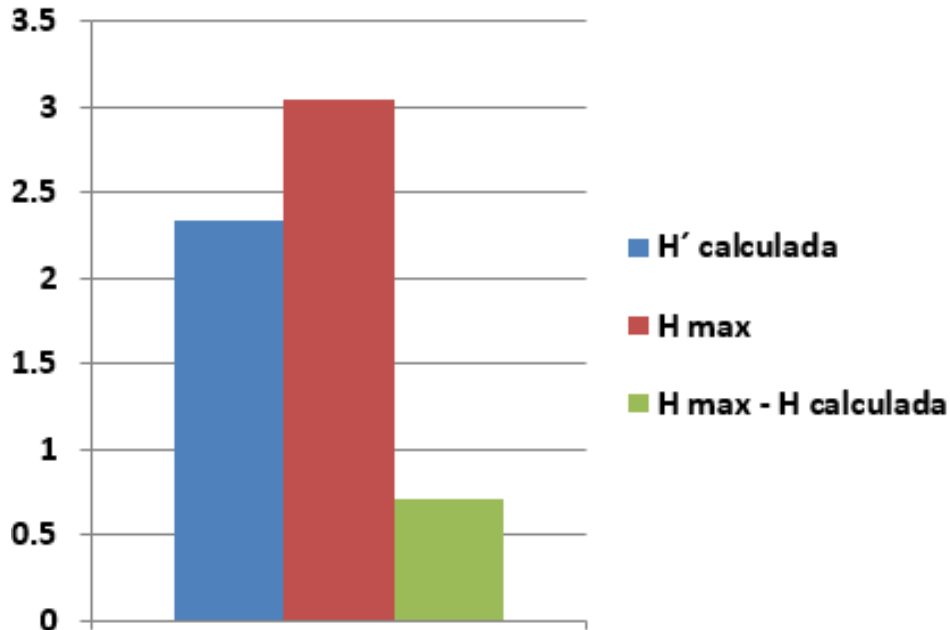
*5 (máximo) cuando nos indica que hay mayor diversidad de especies.

ESTRATO ARBUSTIVO	
H´ calculada	0.6730
H max	0.6931

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

H max - H calculada	0.0201
Equidad (J) = H/Hmax =	0.9710
Riqueza S =	2



El estrato arbustivo de la vegetación de vegetación de desiertos arenosos del área en estudio, posee una riqueza específica de **2** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.9710**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo en el área de estudio es de **0.6931** y **H'** es de **0.6730**.

En resumen, el Índice de Diversidad de Shannon–Winner (H') expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de **S**, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). El índice de diversidad

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

está estrechamente relacionado a la homogeneidad del número de individuos por especies, es decir, en tanto mejor proporcionado este la distribución de individuos por especies, menor será el valor de equitatividad.

El resultado señala que el estrato arbustivo de la comunidad de vegetación de desiertos arenosos presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **dos** de las **2** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **100.00%**.

4.8.5. Vegetación De Desiertos Arenosos (Estrato Herbáceo)

Parámetros bióticos de vegetación de desiertos arenosos del estrato herbáceo del área de estudio.

Tabla IV.85. Parámetros bióticos del estrato herbáceo de vegetación de desiertos arenosos del área de estudio.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

N O.	Nombre Científico	Nombre común	No Ind Siti os (4 siti o)	No. de ind./ ha	Densi dad relativ a %	Domina ncia relativa %	Frecue ncia relativa %	Valor de importa ncia	Indice de domina ncia relativa
1	<i>Abronia villosa</i>	Verbena del desierto	1	2500	2.78	14.97	8.33	8.69	8.87
2	<i>Amsinckia tessellata</i>	Cola de alacrán	9	22500	25.00	5.39	16.67	15.69	15.19
3	<i>Chorizanthe rigida</i>	Flor de espinas	5	12500	13.89	2.99	16.67	11.18	8.44
4	<i>Hesperocallis undulata</i>	Lirio del desierto	1	2500	2.78	33.68	8.33	14.93	18.23
5	<i>Palafoxia arida</i>	Palafoxia	1	2500	2.78	3.74	8.33	4.95	3.26
6	<i>Plantago ovata</i>	Plantago	18	45000	50.00	24.25	33.33	35.86	37.13
7	<i>Psorothamnus emoryi</i>	Dalea	1	2500	2.78	14.97	8.33	8.69	8.87
	TOTAL		36	90000	100	100	100	100	100

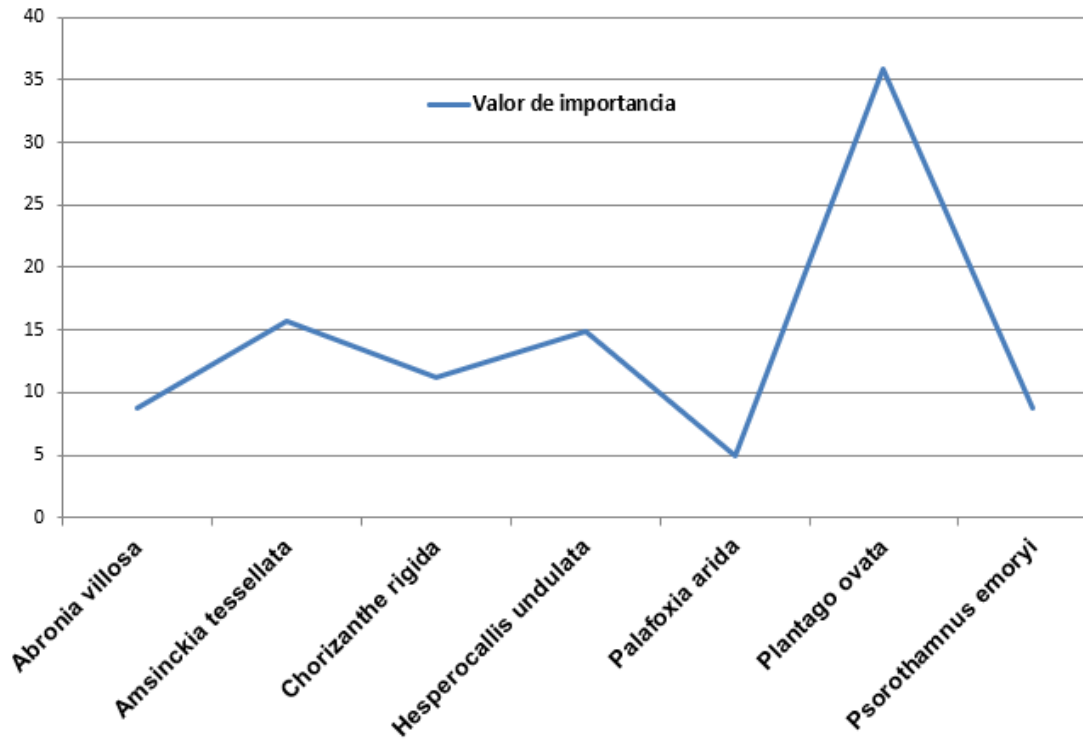
Los resultados obtenidos en el presente estudio, indican la presencia de 07 especies del estrato herbáceo de vegetación de desiertos arenosos, siendo la *Plantago ovata* (35.86%); seguido de *Amsinckia tessellata* (15.69%) y de *Hesperocallis undulata* (14.93%), las que presentan en conjunto el mayor índice de importancia con el **66.48%**.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

IV.316



Grafica IV.14. Muestra los valores de Índice de Valor de Importancia para el estrato erbáceo evaluado.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

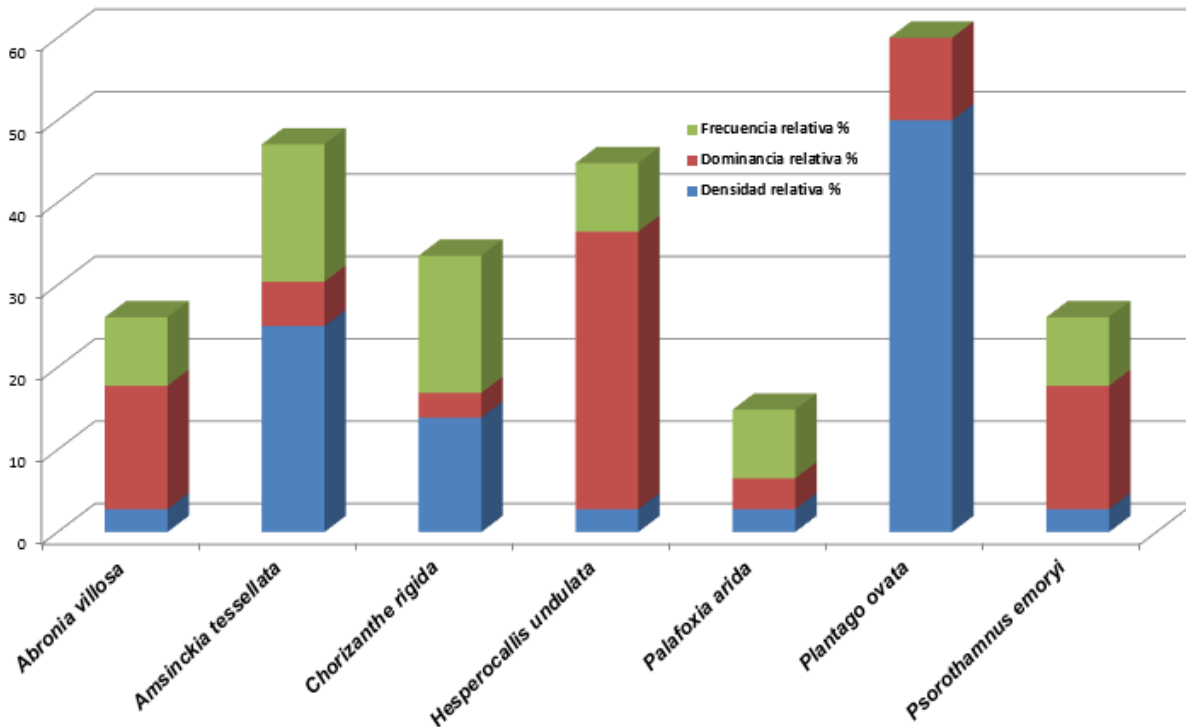


Gráfico IV.15. Muestra los valores de densidad, frecuencia y dominancia relativa estimados.

Con relación al índice de diversidad para el estrato herbáceo de vegetación de desiertos arenosos se observa que, los valores más altos, fue para las especies de *Plantago ovata* con 0.34657, seguido por *Amsinckia tessellata* con 0.34657 y *Chorizanthe rigida* con 0.27418, por último, los más bajos son *Abronia villosa*, *Hesperocalis undulata* y *Palafoxia arida* todas con 0.09954 cada una.

Tabla IV.86. Índice de Diversidad de especies herbáceo de vegetación de desiertos arenosos.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

NO.	Nombre Científico	Nombre común	No Ind Sitios (4 sitio)	No. de ind./ha	Indice de diversidad
1	<i>Abronia villosa</i>	Verbena del desierto	1	2500	0.09954
2	<i>Amsinckia tessellata</i>	Cola de alacrán	9	22500	0.34657
3	<i>Chorizanthe rigida</i>	Flor de espinas	5	12500	0.27418
4	<i>Hesperocallis undulata</i>	Lirio del desierto	1	2500	0.09954
5	<i>Palafoxia arida</i>	Palafoxia	1	2500	0.09954
6	<i>Plantago ovata</i>	Plantago	18	45000	0.34657
7	<i>Psorothamnus emoryi</i>	Dalea	1	2500	0.09954
		TOTAL	36	90000	1.3655
				Σni=N	Σpi x LN(Pi)
		Riqueza S=	7		
		Resultado: H' =	1.3655		
		Resultado: J' =	0.7017		

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H')

$$H' = \sum_{i=1}^s P_i (LN P_i)$$

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total (N):

$$P_i = n_i / N$$

N= Número total de individuos

Índice de Equitatividad de Pielou (J')

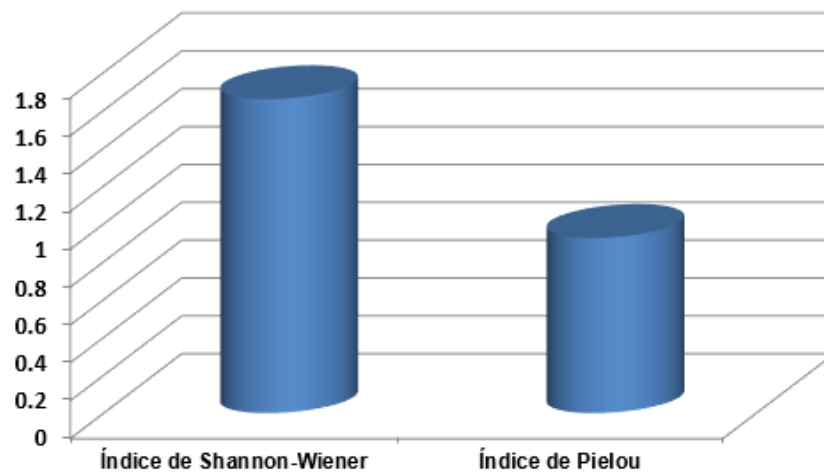
$J' = \frac{H'}{\ln S}$	$H' = 1.3655$	$J = 0.7017$
$\ln S$	$\ln S = 1.9459$	

Dónde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

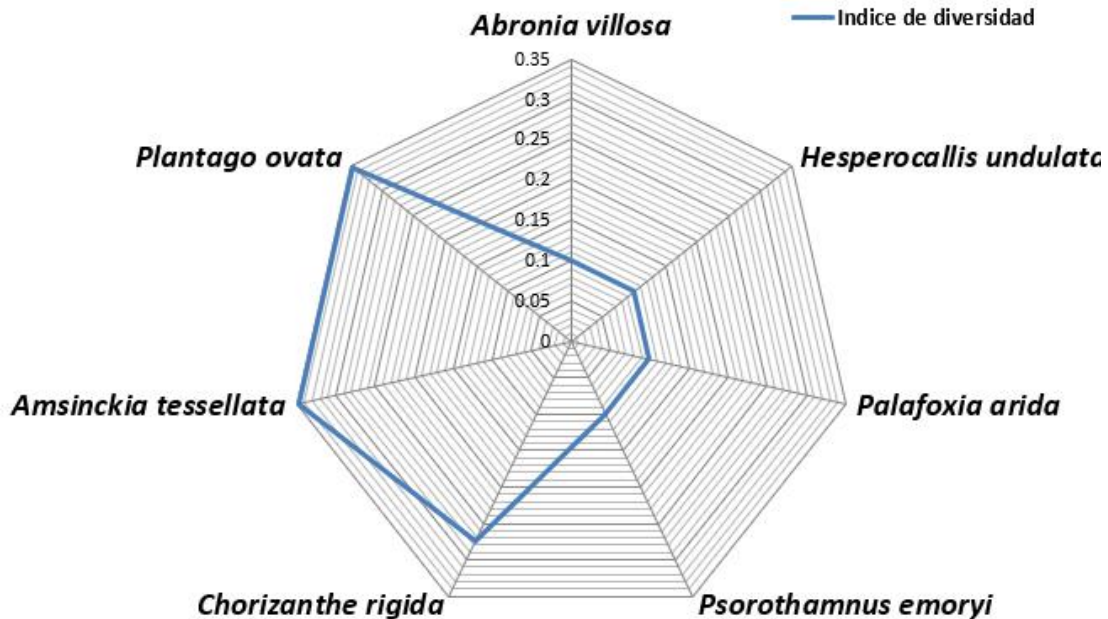
LN S = Es la diversidad máxima que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas.

Índice de diversidad y equitatividad



Grafica IV.16. Muestra los valores de Diversidad y Equidad estimados para el área de estudio.
DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL



Grafica IV.17. Muestra los valores de diversidad del estrato herbáceo para el área de estudio.

Conforme los resultados obtenidos, se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener está por debajo del mínimo establecido, con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta baja diversidad, así mismo de acuerdo al índice de equidad la comunidad tiene una distribución de individuos tendientes a la uniformidad.

El parámetro de medición del índice de diversidad es de 0 - 5.

* 0 (Cero o nulo).- para cuando los individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie.

*5 (máximo) cuando nos indica que hay mayor diversidad de especies.

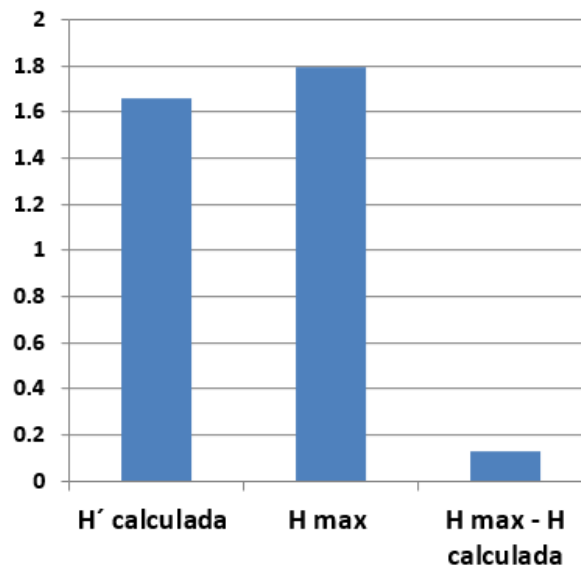
ESTRATO HERBÁCEO

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

H´ calculada	1.3655
H max	1.9459
H max - H calculada	0.5804
Equidad (J) = H/Hmax =	0.7017
Riqueza S =	7



El estrato herbáceo de la vegetación de desiertos arenosos del área en estudio, posee una riqueza específica de **07** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.7017**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato herbáceo en el área de estudio es de **1.9459** y **H´** es de **1.3655**.

En resumen, el Índice de Diversidad de Shannon–Winner (H') expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995).

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). El índice de diversidad está estrechamente relacionado a la homogeneidad del número de individuos por especies, es decir, en tanto mejor proporcionado este la distribución de individuos por especies, menor será el valor de equitatividad.

El resultado señala que el estrato herbáceo de la comunidad de vegetación de desiertos arenosos presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **03** especies (derivado a su abundancia) de las **07** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución por debajo del **66.48%**.

Para los predios sujetos a CUSTF de la obra Central de Combustión Interno (CCI) Parque Industrial

Vegetación de desiertos arenosos (estrato arbustivo):

A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante del estrato arbustivo de vegetación de desiertos arenosos en cobertura vegetal es la "*Larrea tridentata*" la cual registra un 91.81%, le sigue la "*Ambrosia dumosa*" con el 7.19%, que juntas tienen una importancia por encima del **100.0%** del total del índice de dominancia.

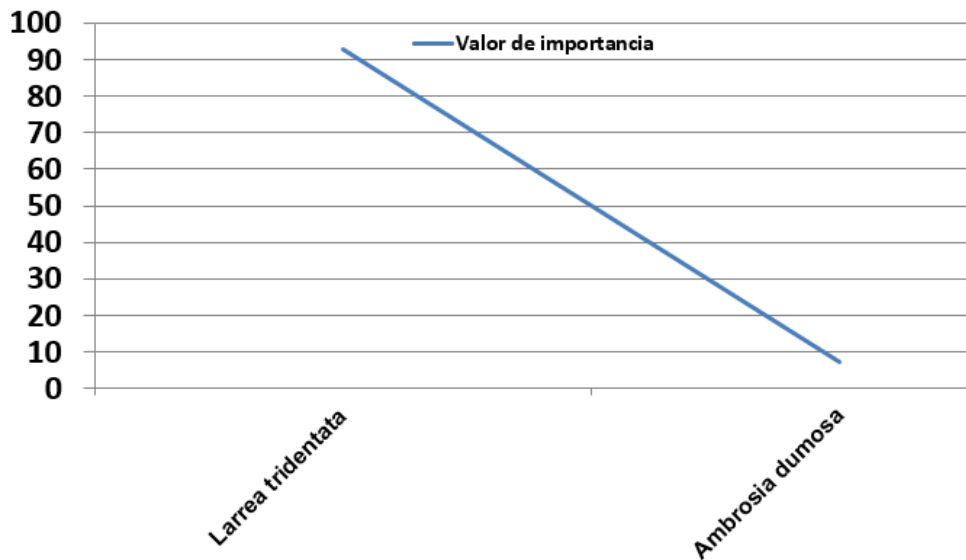
Tabla IV.87. Parámetros bióticos del estrato arbustivo de vegetación de desiertos arenosos.

N O.	Nombre Científico	Nombre registrad	No Ind Siti os	No. de	Densid ad	Dominan cia	Frecuen cia	Valor de importan cia	Indice de dominan
------	-------------------	------------------	----------------	--------	-----------	-------------	-------------	-----------------------	-------------------

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

		o en campo	(4 sitio)	ind./ ha	relativa %	relativa %	relativa %		cia relativa
1	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	89	223	98.89	99.53721	80.00	92.81	99.21
2	<i>Ambrosia dumosa</i>	Chamizo	1	3	1.11	0.46279	20.00	7.19	0.79
	TOTAL		90	225	100	100	100	100	100

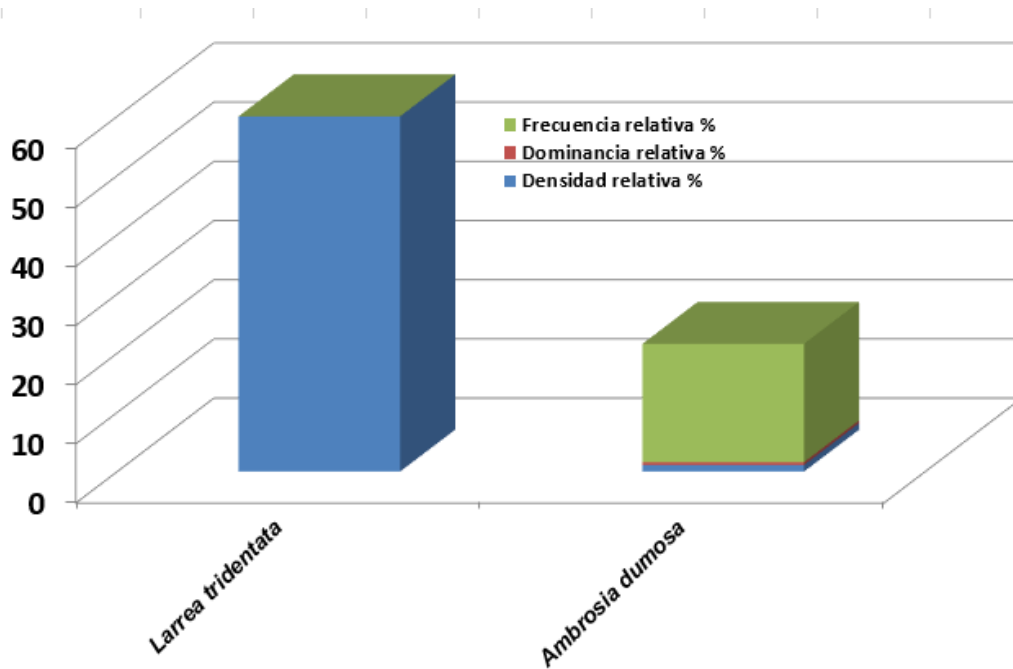


Grafica IV.18. Muestra los valores de Índice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo evaluado.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



Grafica IV.19. Muestra los valores de densidad, frecuencia y dominancia relativa estimados.

El índice de diversidad para el estrato arbustivo de vegetación de desiertos arenosos se observa que los valores más altos fueron para la especie de *Ambrosia dumosa* (0.05000); mientras que la especie con menor índice de diversidad fueron *Larrea tridentata* con un valor de 0.01105.

Tabla IV.88. Índice de Diversidad de especies arbustivas de vegetación de desiertos arenosos.

NO.	Nombre Científico	Nombre registrado en campo	No Ind 4 Sitio	No. de ind./ha	Indice de diversidad
1	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	89	223	0.01105
2	<i>Ambrosia dumosa</i>	Chamizo	1	3	0.05000

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

	TOTAL	90	225	0.0610
			Σni=N	Σpi x LN(Pi)
Riqueza S=	2			
Resultado: H' =	0.0610			
Resultado: J' =	0.0881			

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H')

s

$$H' = \sum_{i=1} P_i (LN P_i)$$

i=1

Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total (N): Pi= ni/ N

N= Número total de individuos

Índice de Equitatividad de Pielou (J')

$$J' = \frac{H'}{LN S}$$

LN S

$$H' = 0.0610$$

$$LNS = 0.6931$$

0.0

$$J = 0.881$$

Donde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

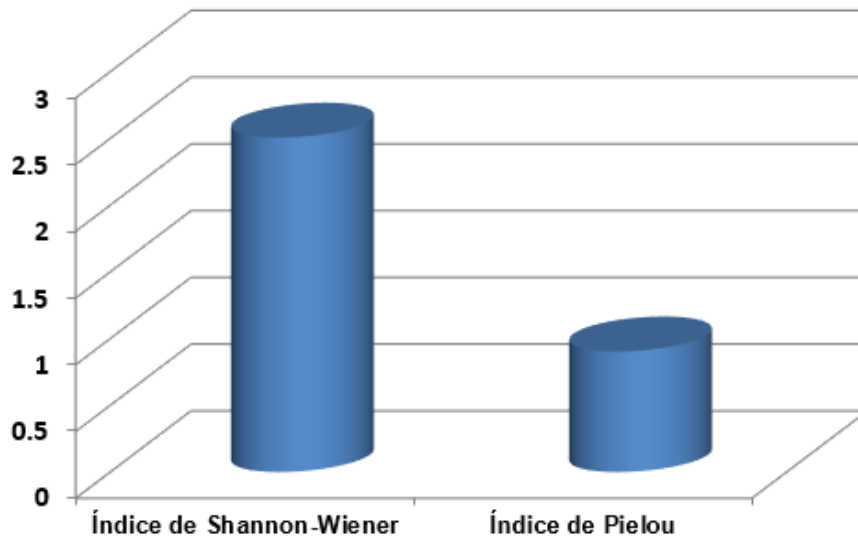
LN S = Es la diversidad máxima que se obtendría si la distribución de la abundancia de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

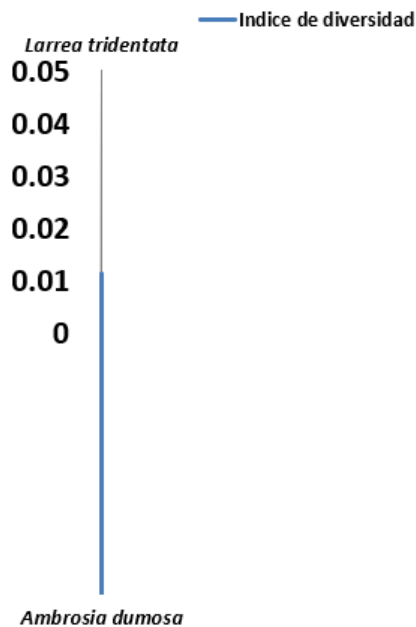
MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Índice de diversidad y equitatividad



Grafica IV.20. Muestra los valores de Diversidad y Equidad estimados para el predio en estudio.



Grafica IV.21. Muestra los valores de diversidad del estrato arbustivo para el predio en estudio.

Conforme los resultados obtenidos, se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener está por debajo del mínimo establecido, con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta baja diversidad, así mismo de acuerdo al índice de equidad la comunidad tiene una distribución de individuos tendientes a la uniformidad.

El parámetro de medición del índice de diversidad es de 0 - 5.

* 0 (Cero o nulo).- para cuando los individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie.

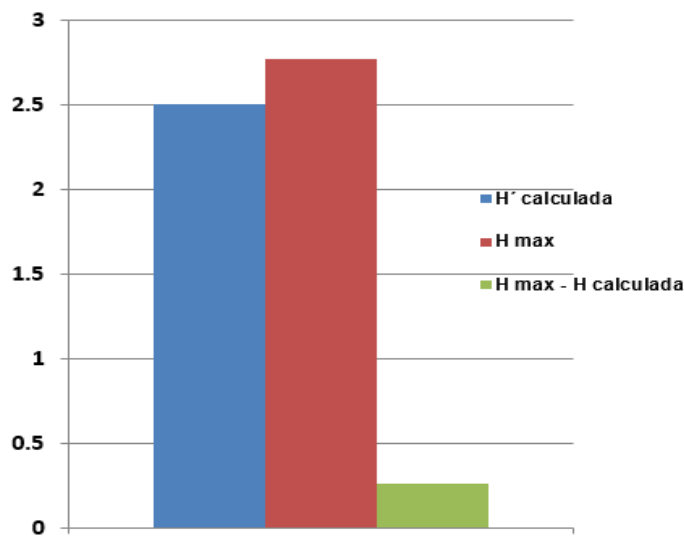
*5 (máximo) cuando nos indica que hay mayor diversidad de especies.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

ESTRATO ARBUSTIVO	
H' calculada	0.0610
H max	0.6931
H max - H calculada	0.6321
<hr/>	
Equidad (J) = H/Hmax =	0.0881
Riqueza S =	2



El estrato arbustivo de vegetación de desiertos arenosos del área en estudio, posee una riqueza específica de **2** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.0881**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo en el área de estudio es de **0.6931** y **H'** es de **0.0610**.

En resumen, el Índice de Diversidad de Shannon–Winner (H') expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de **S**, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). El índice de diversidad

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

está estrechamente relacionado a la homogeneidad del número de individuos por especies, es decir, en tanto mejor proporcionado este la distribución de individuos por especies, menor será el valor de equitatividad.

El resultado señala que el estrato arbustivo de la comunidad de vegetación de desiertos arenosos presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **dos** de las **2** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **100.00%**.

4.8.6. Vegetación De Desiertos Arenosos (Estrato Herbáceo):

Parámetros bióticos de vegetación de desiertos arenosos del estrato herbáceo del predio en estudio.

Tabla IV.89. Parámetros bióticos del estrato herbáceo de vegetación de desiertos arenosos del predio en estudio.

N O.	Nombre Científico	Nombre común	No Ind Sitio s (4 sitio s)	No. de ind./ ha	Densi dad relativ a %	Domina ncia relativa %	Frecuen cia relativa %	Valor de importa ncia	Indice de domina ncia relativa
1	<i>Amsinckia tessellata</i>	Cola de alacrán	11	27500	39.29	16.79389	28.57	28.22	28.04
2	<i>Psorothamnus emoryi</i>	Dalea	2	5000	7.14	37.40458	28.57	24.37	22.27
3	<i>Chorizanthe rigida</i>	Flor de espinas	3	7500	10.71	4.58015	14.29	9.86	7.65

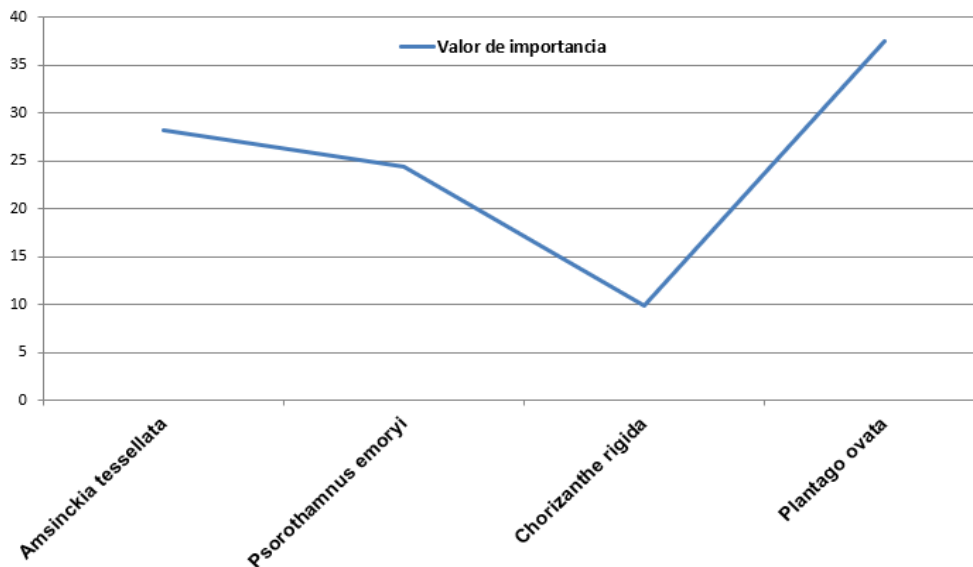
DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

4	<i>Plantago ovata</i>	Plantago	12	3000 0	42.86	41.22137	28.57	37.55	42.04
	TOTAL		28	7000 0	100	100	100	100	100

Los resultados obtenidos en el presente estudio, indican la presencia de 04 especies del estrato herbáceo de vegetación de desiertos arenosos, siendo *Plantago ovata* (37.55%), y *Amsinckia tessellata* (28.22%). las que presentan en conjunto el mayor índice de importancia con el **65.77%**.

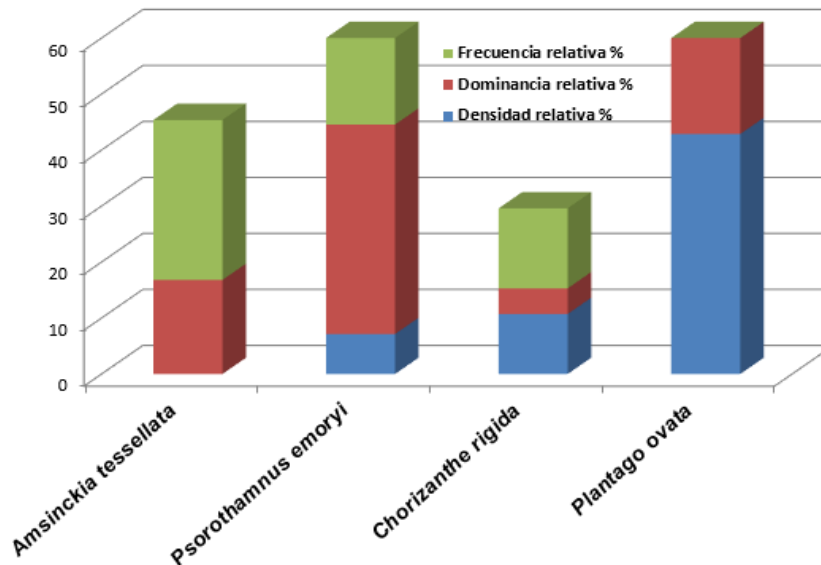


Grafica IV.22. Muestra los valores de Índice de Valor de Importancia para el estrato herbáceo evaluado.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



Grafica IV.23. Muestra los valores de densidad, frecuencia y dominancia relativa estimados.

Con relación al índice de diversidad para el estrato herbáceo de vegetación de desiertos arenosos se observa que, los valores más altos, fue para las especies de *Amsinckia tessellata* con 0.36705, seguido por *Plantago ovata* con 0.36313; los más bajos son *Psorothamnus emoryi* con 0.1885 y la *Chorizanthe rigida* con 0.23931.

Tabla IV.90. Índice de Diversidad de especies herbáceo de vegetación de desiertos arenosos.

NO.	Nombre Científico	Nombre común	No Ind Sitios (4 sitios)	No. de ind./ha	Indice de diversidad
1	<i>Amsinckia tessellata</i>	Cola de alacrán	11	27500	0.36705
2	<i>Psorothamnus emoryi</i>	Dalea	2	5000	0.18850
3	<i>Chorizanthe rigida</i>	Flor de espinas	3	7500	0.23931
4	<i>Plantago ovata</i>	Plantago	12	30000	0.36313
		TOTAL	28	70000	1.1580

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

				$\Sigma ni=N$	$\Sigma pi \times LN(Pi)$
		Riqueza S=	4		
		Resultado: H' =	1.1580		
		Resultado: J' =	0.8353		

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H')

$$H' = \sum_{i=1}^s P_i (LN P_i)$$

Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total (N): $P_i = ni / N$

N= Número total de individuos

Índice de Equitatividad de Pielou (J')

$J' = \frac{H'}{LN S}$	$H' =$	1.1580	$J =$	0.8353
$LN S$	$LNS =$	1.3863		

Dónde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

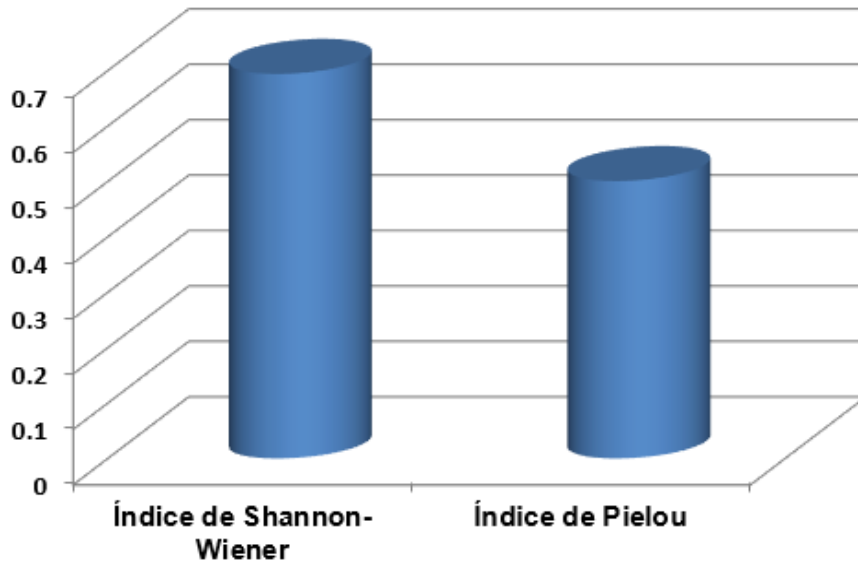
LN S = Es la diversidad máxima que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

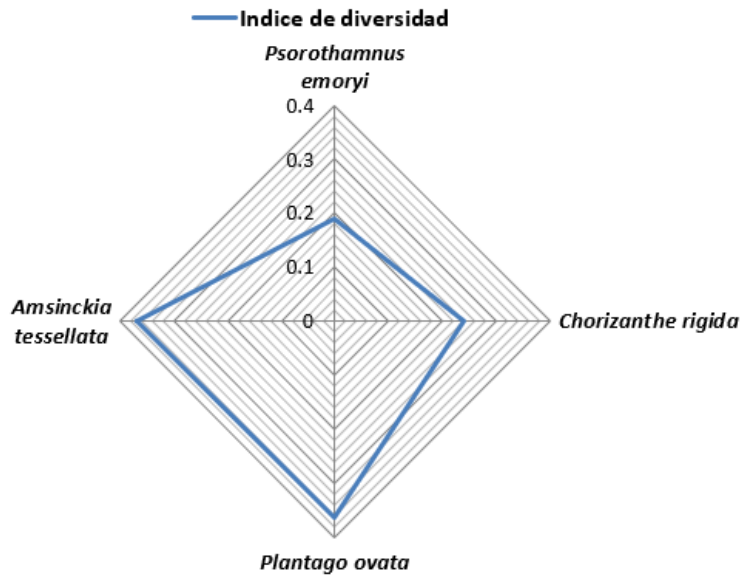
MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Índice de diversidad y equitatividad



Grafica IV.24. Muestra los valores de Diversidad y Equidad estimados para el predio en estudio.



Grafica IV.25. Muestra los valores de diversidad del estrato herbáceo para el predio en estudio.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

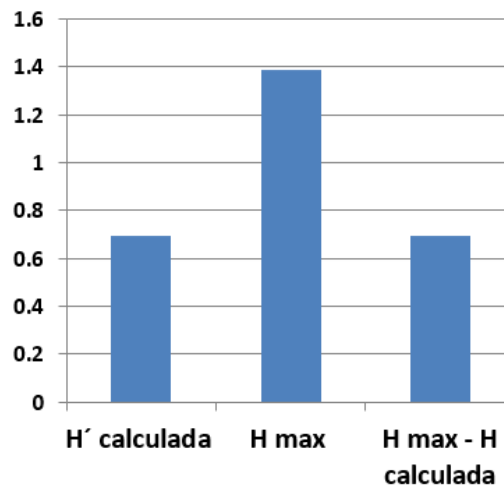
Conforme los resultados obtenidos, se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener está por debajo del mínimo establecido, con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta baja diversidad, así mismo de acuerdo al índice de equidad la comunidad tiene una distribución de individuos tendientes a la uniformidad.

El parámetro de medición del índice de diversidad es de 0 - 5.

* 0 (Cero o nulo).- para cuando los individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie.

*5 (máximo) cuando nos indica que hay mayor diversidad de especies.

ESTRATO HERBÁCEO	
H' calculada	1.1580
H max	1.3863
H max - H calculada	0.2283
Equidad (J) = H/Hmax =	0.8353
Riqueza S =	4



DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

El estrato herbáceo de vegetación de desiertos arenosos del área en estudio, posee una riqueza específica de **04** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.8353**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato herbáceo en el área de estudio es de **1.3863** y H' es de **1.1580**.

En resumen, el Índice de Diversidad de Shannon–Winner (H') expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995).

Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de **S**, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). El índice de diversidad está estrechamente relacionado a la homogeneidad del número de individuos por especies, es decir, en tanto mejor proporcionado este la distribución de individuos por especies, menor será el valor de equitatividad.

El resultado señala que el estrato herbáceo de la comunidad de vegetación de desiertos arenosos presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **02** especies (derivado a su abundancia) de las **04** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución por debajo del **65.77%**.

4.8.7. Resumen Del Análisis De La Riqueza, Abundancia Y Diversidad Florística De La Unidad De Análisis (Cuenca O Sistema Ambiental)

La diversidad tiene dos componentes fundamentales:

1. **Riqueza específica:** número de especies que tiene un ecosistema o ecosistemas.
2. **Equitabilidad:** mide la distribución de la abundancia de las especies, es decir, cómo es de uniforme un ecosistema.

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder estimarla entre diferentes ecosistemas o áreas. Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial del ecosistema, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitabilidad.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

En este apartado se utilizó la estimación del índice de diversidad Shannon-Wiener (fi) y el índice de equitividad de Pielou, el cual parte de la base de que un sistema es más diverso cuanto menos dominancia de especies hay, y la distribución es más equitativa. El valor mínimo para este índice es 1 que indica que no hay diversidad.

Dominancia relativa

El comportamiento de la flora registrada de manera directa, dentro de los muestreos realizados dentro de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) en estudio, en términos de dominancia relativa es de la siguiente manera:

4.8.8. Unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado:

Vegetación de desiertos arenosos:

A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar:

- La especie dominante del **estrato arbustivo** de vegetación de desiertos arenosos en cobertura vegetal es la "*Ambrosia dumosa*" la cual registra un 57.33%, le sigue la "*Larrea tridentata*" con el 42.67%, que juntas tienen una importancia por encima del **100.00%** del total del índice de dominancia.
- Los resultados obtenidos en el **estrato herbáceo** de vegetación de desiertos arenosos, siendo la *Plantago ovata* (35.86%); seguido de *Amsinckia tessellata* (15.69%) y de *Hesperocallis undulata* (14.93%), las que presentan en conjunto el mayor índice de importancia con el **66.48%**.
- ✓ El índice de diversidad para el **estrato arbustivo** de vegetación de desiertos arenosos se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Ambrosia dumosa*

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

(0.36652); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron *Larrea tridentata* con un valor de 0.30650.

- ✓ Con relación al índice de diversidad para el **estrato herbáceo** de vegetación de desiertos arenosos se observa que, los valores más altos, fue para las especies de *Plantago ovata* con 0.34657, seguido por *Amsinckia tessellata* con 0.34657 y *Chorizanthe rigida* con 0.27418, por último, los más bajos son *Abronia villosa*, *Hesperocallis undulata* y *Palafoxia arida* todas con 0.09954 cada una.

- El **estrato arbustivo** de la de vegetación de desiertos arenosos del área en estudio, posee una riqueza específica de **2** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.9710**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo en el área de estudio es de **0.6931** y H' es de **0.6730**. El resultado señala que el estrato arbustivo de la comunidad de vegetación de desiertos arenosos presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **dos** de las **2** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **100.00%**.

- El **estrato herbáceo** del ecosistema de la vegetación de desiertos arenosos del área en estudio, posee una riqueza específica de **07** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.7017**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato herbáceo en el área de estudio es de **1.9459** y H' es de **1.3655**. El resultado señala que el estrato herbáceo de la comunidad de vegetación de desiertos arenosos presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **03** especies (derivado a su abundancia) de las **07** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución por debajo del **66.48%**.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

IV.338

Tabla IV.91. Resumen de Indicadores de diversidad

Tipo de vegetación	Estrato	Riqueza	Índice de diversidad Shannon-Wiener (H')	Índice de equidad de Pielou (J')
Vegetación de desiertos arenosos	Arbustivo	2	0.6730	0.9710
	herbáceo	7	1.3655	0.7017

4.8.9. Resumen Del Análisis De La Riqueza, Abundancia Y Diversidad Florística De Los Predios Sujetos A CUSTF De La Obra En Estudio

Dominancia relativa

El comportamiento de la flora registrada de manera directa, dentro de los muestreos realizados dentro del predio sujeto a CUSTF de la obra en estudio, en términos de dominancia relativa es de la siguiente manera:

Vegetación de desiertos arenosos:

A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar:

- La especie dominante del **estrato arbustivo** a través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante del estrato arbustivo de vegetación de desiertos arenosos en cobertura vegetal es la "*Larrea tridentata*" la cual registra un 91.81%, le sigue la "*Ambrosia dumosa*" con el 7.19%, que juntas tienen una importancia por encima del **100.0%** del total del índice de dominancia.
- Los resultados obtenidos en el **estrato herbáceo** de vegetación de desiertos arenosos, siendo *Plantago ovata* (37.55%), y *Amsinckia tessellata* (28.22%). las que presentan en conjunto el mayor índice de importancia con el **65.77%**.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

- ✓ El índice de diversidad para el **estrato arbustivo** de vegetación de desiertos arenosos se observa que los valores más altos fueron para la especie de *Ambrosia dumosa* (0.05000); mientras que la especie con menor índice de diversidad fueron *Larrea tridentata* con un valor de 0.01105.
- ✓ Con relación al índice de diversidad para el **estrato herbáceo** de vegetación de desiertos arenosos se observa que, los valores más altos, fue para las especies de *Amsinckia tessellata* con 0.36705, seguido por *Plantago ovata* con 0.36313; los más bajos son *Psorothamnus emoryi* con 0.1885 y la *Chorizanthe rigida* con 0.23931.
- El **estrato arbustivo** de vegetación de desiertos arenosos del área en estudio, posee una riqueza específica de **2** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.0881**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo en el área de estudio es de **0.6931** y H' es de **0.0610**. El resultado señala que el estrato arbustivo de la comunidad de vegetación de desiertos arenosos presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **dos** de las **2** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **100.00%**.
- El **estrato herbáceo** de vegetación de desiertos arenosos del área en estudio, posee una riqueza específica de **04** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.8353**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato herbáceo en el área de estudio es de **1.3863** y H' es de **1.1580**. El resultado señala que el estrato herbáceo de la comunidad de vegetación de desiertos arenosos presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **02** especies (derivado a su abundancia) de las **04** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución por debajo del **65.77%**.

Tabla IV.92. Resumen de Indicadores de diversidad

Tipo de vegetación	Estrato	Riqueza	Índice de diversidad Shannon-Wiener (H')	Índice de equidad de Pielou (J')
Vegetación de desiertos arenosos	Arbustivo	2	0.0610	0.0881
	herbáceo	4	1.1580	0.8353

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Análisis comparativo de los predios de CUSTF con la unidad de análisis cuenca en estudio, y determinar la representatividad de las especies que permitan, en su caso, que no se afecta la biodiversidad.

Análisis de la riqueza, abundancia y diversidad florística

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder estimarla entre diferentes ecosistemas o áreas. Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial del ecosistema, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitabilidad.

Con relación a los índices que permitan demostrar que la diversidad en la zona del proyecto no se verá comprometida, los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Sin embargo, las comunidades no están aisladas en un entorno neutro. En cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades. Por ello, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la separación de los componentes alfa, beta y gamma (Whittaker, 1972) puede ser de gran utilidad, principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas (Halffter, 1998). La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, la diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y la diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta (op. cit).

Esta forma de analizar la biodiversidad resulta muy conveniente en el contexto actual ante la acelerada transformación de los ecosistemas naturales, Para monitorear el efecto de los cambios en el ambiente es necesario contar con información de la diversidad biológica en comunidades naturales y modificadas (diversidad alfa) y también de la tasa de cambio en la biodiversidad entre distintas comunidades (diversidad beta), para conocer su contribución al nivel regional (diversidad gamma) y poder diseñar estrategias de conservación y llevar a cabo acciones concretas a escala local.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Para la situación en la cual se encuentra el proyecto, referente a las comparaciones sobre la biodiversidad estimada en los predios forestales, y el poder compararlas con el tipo de vegetación a afectarse y presente en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental). Por lo anterior, podemos concluir que con base en las definiciones mencionadas sobre el término Diversidad alfa, el Proyecto en estudio no afectará dicha biodiversidad dentro de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental).

En este estudio se utilizó la estimación del índice de diversidad Shannon-Wiener (h') y el índice de equitividad de Pielou, el cual parte de la base de que un sistema es más diverso, cuanto menos dominancia de especies hay, y la distribución es más equitativa. El valor mínimo para este índice es 1 que indica que no hay diversidad.

Es importante mencionar que, de acuerdo con los resultados de los muestreos de campo, se puede afirmar que es una zona pobremente representada por estos grupos debido a que básicamente el área de estudio y la cuenca que contienen, se encuentran altamente impactadas por actividades antropogénicas (pastoreo, apertura de caminos para acceso para sacado de leña). Por lo anterior, se presume que tampoco se afectará la diversidad alfa. El resultado señala que pese a la desproporcionalidad que existe entre las especies de menor y mayor abundancia, la representatividad es aceptable, es decir, la totalidad de las especies se distribuyen de manera homogénea en esta comunidad dentro de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental).

De acuerdo a los resultados de diversidad y similitud de la comunidad vegetal antes descritas la información señala que en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental), es más diversa que en el predio forestal del proyecto, mientras que el índice de equidad se presentan similitud en ambas superficies, al estar por debajo de que un individuo elegido al azar, presente esta probabilidad de que se encuentre tanto en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) como en área del Proyecto (tabla IV.107).

Tabla IV.93. Comparación de los Índices de Diversidad y Similitud de especies que conforman la vegetación a nivel de la Unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado y a nivel predio.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Indicador		Riqueza		Índice de diversidad Shannon-Wiener (H')		Índice de equidad de Pielou (J')	
		Unidad de análisis (cuenca)	Predios del proyecto CUSTF	Unidad de análisis (cuenca)	Predios del proyecto CUSTF	Unidad de análisis (cuenca)	Predios del proyecto CUSTF
Vegetación de desiertos arenosos	Estrato arbustivo	2	2	0.6730	0.0610	0.9710	0.0881
	Estrato herbáceo	7	4	1.3655	1.1580	0.7017	0.8353

Tabla IV.94. Comparativa de las densidades de individuos de flora de vegetación de desiertos arenosos presentes a nivel Cuenca o Sistema Ambiental y del predio sujeto a CUSTF

No	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	NUMERO INDIVIDUOS HA/CUENCA O SISTEMA AMBIENTAL	NUMERO INDIVIDUOS HA/PREDIO CUSTF
Estrato Arbustivo				
1	<i>Ambrosia dumosa</i>	Chamizo	255	3
2	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	170	222
	SUBTOTAL		425	225
Estrato Herbáceo				
1	<i>Abronia villosa</i>	Verbena del desierto	2500	-

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

No	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	NUMERO INDIVIDUOS HA/CUENCA O SISTEMA AMBIENTAL	NUMERO INDIVIDUOS HA/PREDIO CUSTF
2	<i>Amsinckia tessellata</i>	Cola de alacrán	22500	27500
3	<i>Chorizanthe rigida</i>	Flor de espinas	12500	7500
4	<i>Hesperocallis undulata</i>	Lirio del desierto	2500	-
5	<i>Palafoxia arida</i>	Palafoxia	2500	-
6	<i>Plantago ovata</i>	Plantago	45000	30000
7	<i>Psorothamnus emoryi</i>	Dalea	2500	5000
	SUBTOTAL		90000	70000

El ecosistema por afectar en la unidad de análisis (cuena o sistema ambiental), presenta alta diversidad florística con un valor mayor comparado con el del **área sujeta a cambio de uso del suelo**, debido a que presenta mayor riqueza y la distribución de individuos por especie se encuentra más uniforme.

Con base en el índice de **valor de importancia** se obtiene que en efecto, la riqueza florística de los estratos en la cuena presentan una densidad y frecuencia más uniforme, en comparación con el área sujeta a cambio de uso de suelo.

Por lo anterior y dado que el ecosistema en la unidad de análisis (cuena o sistema ambiental) presenta mayor diversidad que en el área sujeta a CUSTF, **la conclusión podría ser que realizar el CUSTF no compromete la biodiversidad de la flora.**

Es importante aclarar que de acuerdo a los resultados obtenidos de los muestreos de campo de la vegetación a afectarse con el CUSTF a nivel área análisis de estudio y proyecto, si comparamos las densidades de algunas especies (*Amsinckia tessellate*, *Larrea tridentata* y *Psorothamnus emoryi*), se aprecia que es mayor en el área del proyecto que en la unidad de análisis, derivado a que el predio se encuentra influenciado por elementos de vegetación de desiertos arenosos, es por esto que la especie *Ambrosia dumosa* y *Plantago ovata*, resultaron con valores altos de

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

riqueza, aunque se encuentran bien representadas y distribuidas en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental).

De acuerdo al análisis de los resultados de la vegetación de desiertos arenosos en el predio sujeto a cambio de uso de suelo con relación a la unidad de análisis, presentaron índices de diversidad menores algunas especies como *Plantago ovata*, *Chorizanthe rigida* y *Ambrosia Dumosa*, también se encuentra representada en la unidad de análisis (cuenca), por lo tanto, no se ponen en riesgo esta especie al realizar las actividades constructivas del proyecto con el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales y que de acuerdo al análisis de los muestreos se infiere que estas especies se distribuyen de manera uniforme en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) con densidades relativamente bajas.

Así mismo, no se identificaron especies del estrato herbáceo de gramíneas, lo que no indica la presencia de ganado de tipo vacuno, es nulo, que fungen como dispersores de esta planta.

En cuanto a las plantas de tipo secundarias, tanto en el predio como en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) se localizó la especie *Plantago ovata* y *Amsinckia tessellata*, las cuales se caracterizan de ser invasivas cuando se presentan disturbios en el ecosistema, como el desmonte.

Con respecto a las especies catalogadas con categoría con la NOM-059-SEMARNAT-2010 como sujetas a protección especial (Pr), estas No se presentaron nie en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental), ni en el predio del proyecto sujeto a CUSTF.

Según el índice de Shannon y, en el mismo tipo de vegetación presente la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental), que no afectará con el proyecto, presenta un índice de diversidad resultando mayor que el del área sujeta a cambio de uso de suelo para el caso de la comunidad analizada.

Asimismo, la comunidad analizada de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) presentan una equititividad mayor que el área objeto de CUSTF, esto nos dice que hay mayor riqueza en el ecosistema de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) y que la distribución de individuos por especie es más homogénea que en el área del proyecto, por lo que se puede afirmar que, la presencia de especies dominantes es reducida.

- Con base en los índices de diversidad obtenidos en el cálculo, se determina que los ecosistemas por afectar en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) **es más diverso** que en el área de cambio de uso de suelo.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

- El ecosistema por afectar en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental), presentan mayor diversidad florística comparado con el del **área sujeta a cambio de uso de suelo**, debido a que presenta mayor riqueza y la distribución de individuos por especie se encuentra más uniforme.
- Con base en el índice del **valor de importancia** se obtiene que en efecto, la riqueza florística en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) mayor, las cuales presentan una densidad y frecuencia más uniforme, en comparación con las áreas sujetas a cambio de uso de suelo, donde la densidad y frecuencia resulta menos distribuida en el área.

Por lo anterior y dado que el ecosistema en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) presenta mayor diversidad que en el área sujeta a CUSTF, **la conclusión podría ser que realizar el CUSTF no compromete la biodiversidad florística**, sin embargo, el análisis detallado del valor de importancia proporciona la siguiente información:

- El área solicitada para cambio de uso de suelo (proyecto) presenta especies secundarias y juveniles con características típicas (*Plantago ovata* y *Amsinckia tessellata*) y ampliamente representativas en toda la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) dentro del ecosistema a afectarse con el CUSTF.
- Las especies presentes se encuentran de manera abundante y frecuente dentro de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) y en el área objeto de CUSTF.
- Tanto en los predios como en el ecosistema de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) presentan una composición florística variable.
- Algunas especies tienen menor valor de importancia en los predios, que en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) y analizando los componentes del valor de importancia, se obtiene que no habría por qué preocuparse de estas especies, debido a que se presentan de forma similar en los predios y en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) y que poseen mayor representatividad en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental).

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Las especies que obtienen más altos valores son las especies importantes y que son propias del ecosistema de vegetación de desiertos arenosos en el área de estudio (*Amsinckia tessellate*, *Larrea tridentata* y *Psoralea argemone*) es decir, que tienen más abundancia, cobertura y frecuencia y dependiendo de las especies que presenten estos valores es como se interpretará el ecosistema.

Por lo que **se advierte**, que no es suficiente tomar decisiones solo a través de los índices de diversidad como el de Shannon, Simpson, etc., sino que es necesario considerar la representatividad de las especies, en función de su densidad, frecuencia y dominancia (cobertura, área basal), para no generar conclusiones injustificadas técnicamente y en contra del ecosistema.

Con lo anteriormente manifestado se determinó que de acuerdo a los datos ecológicos de los transectos del predio sujeto a CUSTF dentro de la unidad de análisis, reflejaron que dentro del ecosistema afectado se encuentra mayor riqueza y mejor estructura que en el área sujeta a cambio de uso de suelo, por lo que no se compromete la diversidad florística al llevar a cabo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Con base en las conclusiones arriba manifestadas, independientemente de que los datos ecológicos reflejen buena representatividad de especies florísticas en los ecosistemas afectados en la cuenca que, en el área sujeta a cambio de uso de suelo, el promovente llevara a cabo una serie de medidas de prevención (ver capítulo de este estudio) para evitar posibles impactos en áreas aledañas no solicitadas en este estudio y disminuir el impacto.

Análisis de Similitud entre comunidades de flora de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) y el Proyecto.

Aunado a los análisis anteriores se realizara un análisis de similitud entre las especies registradas en los muestreos de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) de los ecosistemas y las especies registradas o encontradas en el muestreo de los predios del proyecto y que serán afectadas con la construcción de la obra.

Para establecer el grado de similitud entre la comunidad, se construyó una matriz de similitud y se utilizó el análisis de similitud por agrupamientos (clusters) de Bray-Curtis con el programa BioDiversity Pro 2.0 (Mc Alece 1997), para comparar la composición de especies entre la unidad de análisis (cuenca) y el área del proyecto. El índice de Bray-Curtis es una medida de similitud

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

que enfatiza la importancia de las especies que se tienen en común entre los sitios de muestreo (Pileou 1984).

Coeficiente de similitud de Bray-Curtis

Este índice de similitud de Bray-Curtis se formula con el siguiente algoritmo:

$$B = \frac{\sum_{i=1}^S |X_{ij} - X_{ik}|}{\sum_{i=1}^S [X_{ij} + X_{ik}]}$$

Donde:

B = medida de Bray-Curtis entre las muestras j y

K = número de individuos de la especie i en la muestra

J = número de individuos de la especie i en la muestra K

S = número de especies

Ignora los casos en las que especies son ausentes en ambas muestras. Los valores de esta medida de disimilitud oscilan de cero a uno y puede ser transformada como una medida de similitud, utilizando el complemento de Bray-Curtis (1 – B).

Método

Para comparar los registros de cada especie, se elaboró una matriz binaria (presencia-ausencia) de especies. Finalmente se estimó la similitud entre la composición específica registrada en la unidad de análisis (cuenca) y los predios se computó usando y produciendo los dendrogramas correspondientes mediante ligamento promedio no ponderado. Todos los análisis se ejecutaron con el programa Biodiversity Pro (McAleece, 1997).

4.8.10. Unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental)

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

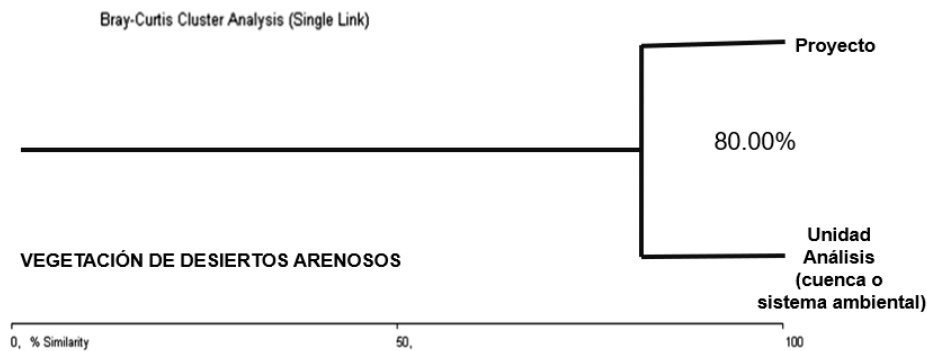
MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Vegetación de desiertos arenosos:

Tabla IV.95. Resultados del análisis de similitud entre las especies de vegetación de desiertos arenosos entre el predio del Proyecto y en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental). Ambas comparten un 80.00% de las especies:

	Listado florístico registrado en los muestreos de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental)	Listado florístico registrado en los muestreos de los predios en estudio
Especies	9	6
Índice de Similitud	0.80	
% de Similitud	80.00%	



DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Grafica IV.26. El porcentaje de similitud entre los listados de especies de flora registrados en los muestreos pertenecientes al tipo de vegetación de desiertos arenosos entre la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) y el predio de CUSTF es de 80.00%.

Por último, cabe señalar lo siguiente: entre las consecuencias del disturbio persistente provocado por actividades humanas (que comúnmente implican cambios en el uso del suelo) cabe destacar la modificación de la vegetación natural, conformada por una fragmentación de hábitats de diversos tipos; éstos aparecen en el escenario como mosaicos, en los cuales se alternan fracciones de un hábitat con diferentes estados de alteración. Ello significa el rompimiento de la continuidad de comunidades bióticas naturales y, como consecuencia, la aparición de diferentes condiciones de hábitat a las cuales se ven sometidas las especies de una comunidad. Esas condiciones son las que prevalecen en el interior, en las orillas (zonas de ecotono) y en el exterior de un bosque, y son conocidas como ambientes de fragmentación. En el caso del ambiente externo, y posiblemente el de las orillas, el disturbio podría afectar la propagación natural por vía sexual (semilla), pero tal vez favorezca especies que dependen de la vía asexual (producción de rebrotes) para su regeneración, por lo cual el efecto que se tiene actualmente está generando en la comunidad un efecto como el anteriormente mencionado, permitiendo con esto mitigar el impacto que se provoca por la realización del proyecto.

Por lo anterior, es importante conocer el estado que guardara la comunidad vegetal después del desarrollo del proyecto, (figura IV.10. Inciso A); actualmente y como producto de las diversas actividades antropogénicas se tiene el escenario (B), (figura IV.10, inciso B), en el cual se observa el efecto de fragmentación de los ecosistemas que se tiene y los procesos de sucesión que se están dando actualmente, principalmente debido a la ampliación de la frontera agrícola y el desorden en el establecimiento de los asentamientos humanos.

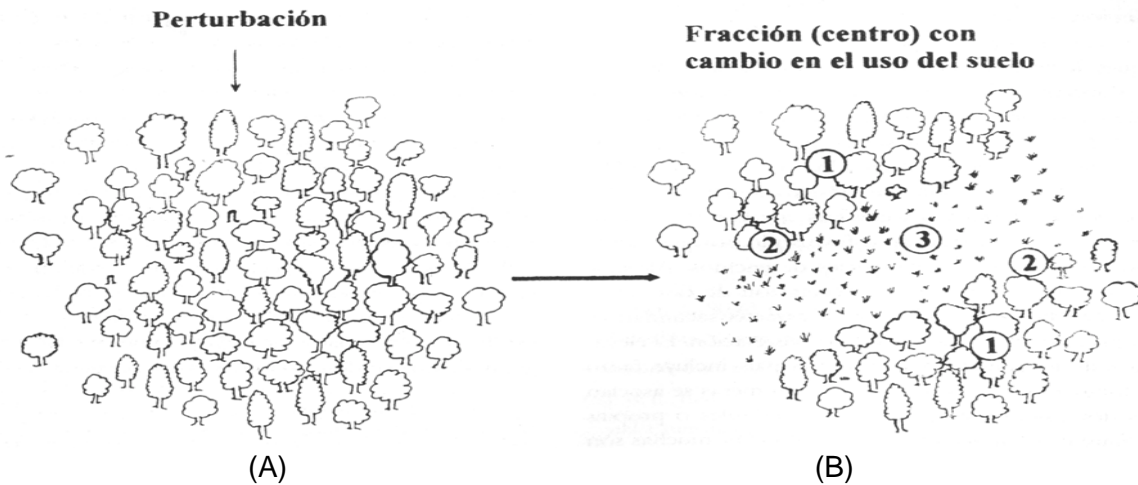
Figura IV.10. Esquema donde se observa el estado antes del proyecto y después del proyecto.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

IV.350



En base al análisis antes mencionado se puede observar que los predios forestales, presentan un grado de alteración como se observa en la figura anterior en el inciso (B), por lo cual las medidas de mitigación descritas en el DTU, son las adecuadas ya que cumple con su misión y evitarán un deterioro mayor al que están expuestos los predios forestales dentro del área del proyecto. Y en lo referente a las especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como las especies con importancia ecológica, se verán afectadas sus poblaciones ya que dentro de los predios de CUSTF serán afectadas debido a que se encuentran dentro de los mismos.

Usos y aprovechamiento de las especies

Con frecuencia los habitantes de una región dada, aprovechan en diferentes escalas algunos beneficios que les proporciona la vegetación. En el área estudiada no se observaron usos importantes por los habitantes de las localidades próximas.

A continuación, se hace una descripción de manera general de los usos de los recursos forestales en el área de estudio.

- Aunque en menor grado que otras comunidades vegetales, en el Sistema Ambiental, la vegetación de desiertos arenosos ha sido sometido a una fuerte presión antropogénica para dedicarlos a la agricultura como principal actividad productiva, mas no así en el área

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

del proyecto, que en gran parte se debe a la topografía accidentada del terreno, lo que ocasiono que los terrenos agrícolas sobre las laderas de la zona serrana sufrieran una acelerada erosión del suelo y se tornaran improductivos, quedando estos en desuso, donde actualmente se realizan actividades pecuarias sobre todo con ganado vacuno.

- Las especies que conforman la vegetación desiertos arenosos, por sus características fisonómicas, no presentan un notable interés de aprovechamiento.

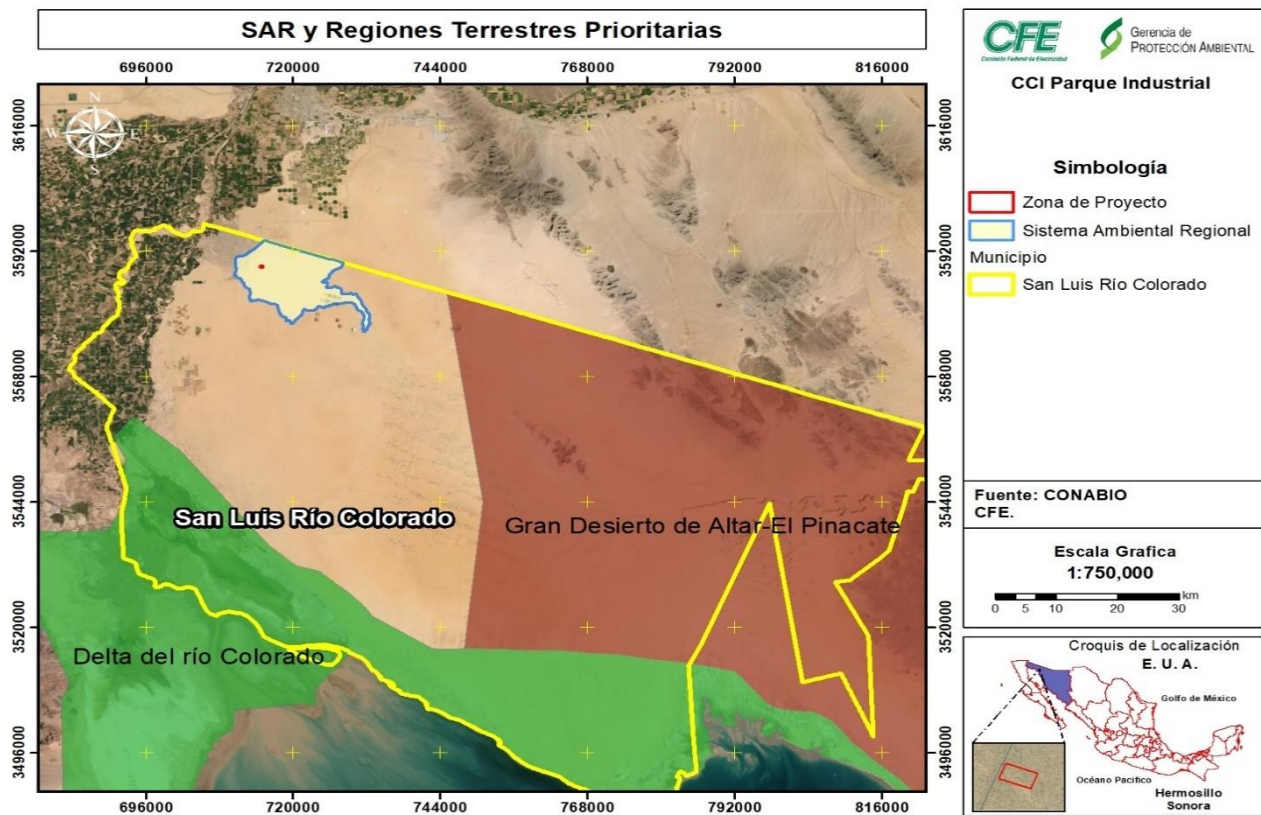
Regiones Terrestres Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la CONABIO

De acuerdo a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio, 2008), en el área de la obra en estudio NO se encuentra dentro de alguna de las Regiones Terrestres Prioritarias, las más cercanas son la denominada Gran Desierto de Altar – Pinacate, la cual se ubica a una distancia aproximada de 30.63 kilómetros en línea recta al este, así como la denominada Delta del Rio Colorado aproximadamente a 35.45 km al sur del proyecto, por lo cual, el CUSTF del proyecto no tendrá incidencia alguna sobre esta zona para la conservación de la biodiversidad, (mapa IV.37).

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



Mapa IV.37. Ubicación del predio en la Región Terrestre Prioritaria para la Conservación de la CONABIO específicamente dentro de la denominada Gran Desierto de Altar – Pinacate.

4.9. Medio Socioeconómico

El medio socioeconómico, por definición, es el sistema constituido por las estructuras y condiciones sociales, histórico culturales y económicas en general de las comunidades humanas o de la población de un área determinada (Conesa, 1993) que es impactado, entre otras cosas, por actividades industriales generadoras de cambios en el medio.

Además, el desarrollo de un proyecto industrial conlleva la inherente existencia del entorno, es decir, el conjunto de elementos que no pertenecen al sistema considerado pero que son capaces de afectarle y de ser afectados por éste. Por esta razón conocer el medio socioeconómico implica describir el entorno que envuelve un proyecto.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

En este sentido y de acuerdo con (Conesa, 1993) el entorno de una actividad puede definirse como el ambiente que interacciona con aquello en términos de entradas (recursos, mano de obra, espacio) y de salidas (productos, empleo, rentas, residuos) y por lo tanto en cuanto a provisor de oportunidades, generador de condicionantes y receptor de impactos, por esta razón, establecer un proyecto cercano a núcleos poblacionales remarca lo importante que es realizar un estudio de la situación actual del medio para así determinar el impacto que el proyecto generaría en la población.

El objetivo de incluir el análisis de este componente como parte del DTU, radica en que el sistema ambiental donde se pretende realizar el proyecto será modificado por la nueva infraestructura, por ello es importante considerar que el medio físico y social se encuentran estrechamente vinculados, de manera que la dimensión social se comporta como un sistema receptor de las alteraciones positivas o negativas producidas en el medio físico y como generador de modificaciones en este mismo medio.

Con base en lo anterior y dada la demanda de energía creciente en el área de Baja California, el Programa de Requerimientos de Capacidad de la Comisión Federal de Electricidad contempla la instalación del Proyecto de interés en el municipio de San Luis Río Colorado. Un componente fundamental para el desarrollo regional es la generación y transmisión de energía eléctrica, sin este servicio existe una fuerte limitante para desarrollar obras o actividades proyectadas para la industria, comunicación, educación, salud, asentamientos humanos, desarrollo turístico y actividades productivas.

En este documento se presentan los elementos que configuran el medio social en un sentido amplio, incidiendo y profundizando en aquellos que puedan definir las características particulares en el ambiente que se afectará de acuerdo al entorno que prevalece en los alrededores del proyecto.

Considerando el tipo y las características del Proyecto se definió el entorno envolvente a éste, para efectos del presente estudio, se definió como Sistema Ambiental Regional (SAR) y para el cual en lo subsecuente se presenta una descripción detallada de los aspectos socioeconómicos más relevantes.

La información que se presenta está basada en los principales indicadores del Censo de Población y Vivienda 2020 (Censo 2020), así como el Anuario Estadístico del Estado de Sonora (Edición 2015), elaborados por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), correspondiente al municipio de San Luis Río Colorado, Son. Además, de la página de Internet del Gobierno del Estado de Sonora (www.sonora.gob.mx), del Consejo Nacional de Población

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

(CONAPO, www.conapo.gob.mx), de la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos (CONASAMI, www.conasami.gob.mx) y de la Enciclopedia de los Municipios de México (www.e-local.gob.mx).

Para lograr una descripción del medio socioeconómico, el cual se encuentra sometido a variaciones temporales, imprevistas o cíclicas que en algunas ocasiones se producen de manera visible, es importante considerar para la delimitación del área el lugar hasta donde tienen alcance las obras del proyecto, así mismo la región en donde interactúen con el medio los agentes en cualquiera de las etapas del proyecto. Por ejemplo, la actividad empresarial (agrícola, ganadera, etc.) recibe del entorno recursos y los transforma en productos, generando unos residuos que devuelve al medio. También genera empleo y simultáneamente es motor de desarrollo. Este desarrollo permite el incremento de la calidad de vida, del ingreso, del bienestar social y por tanto, la mejora de las condiciones del entorno.

Con el propósito de describir los aspectos sociales y económicos se realizaron las actividades de:

- a) Fase de Gabinete, la cual incluyó la consulta y recopilación bibliográfica de fuentes oficiales, y
- b) Fase de Campo, que consistió en la realización de recorridos de verificación, entrevistas y colecta de evidencias fotográficas.

4.9.1. Ubicación Geográfica

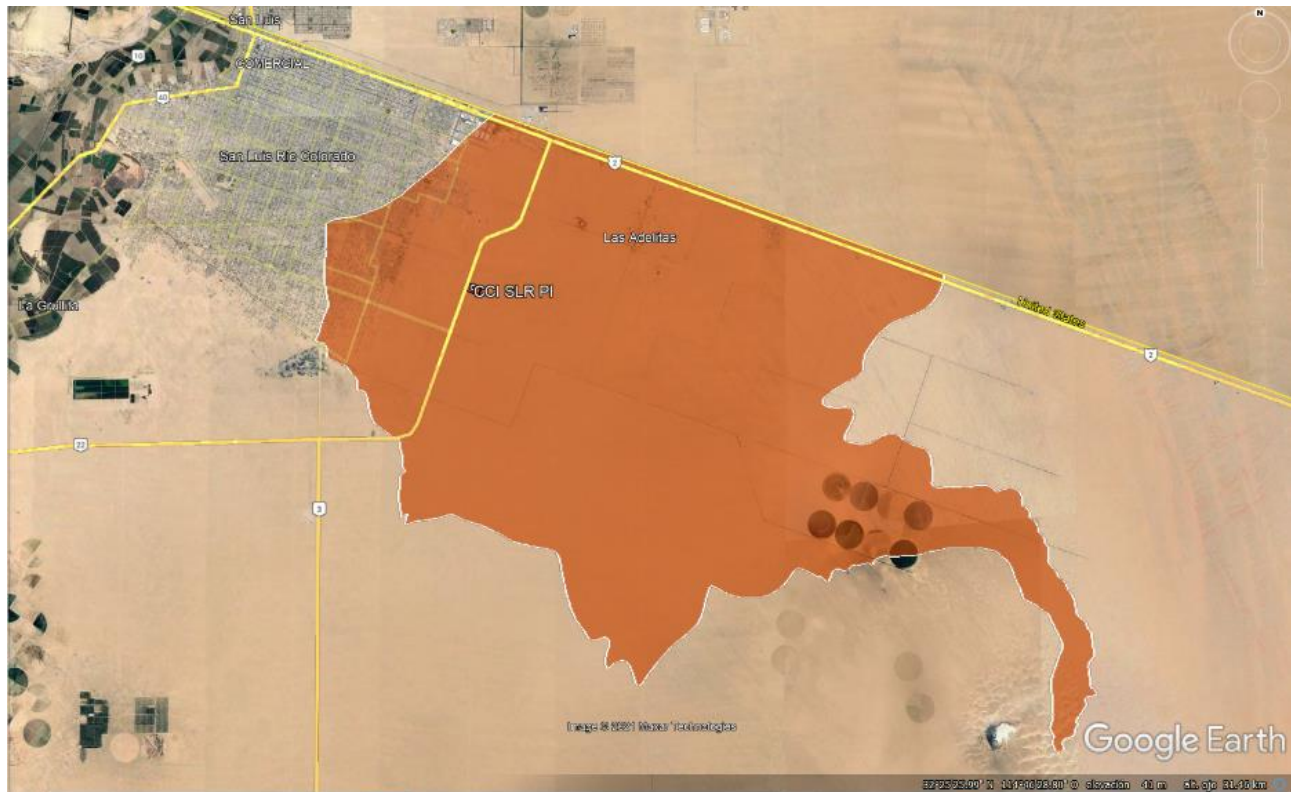
DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

San Luis Río Colorado ubicado en el extremo noroeste del estado de Sonora, su cabecera corresponde a la población San Luis Río Colorado que se localiza en el paralelo 32° 30' de latitud norte y 114° 46' de longitud oeste a una altura de 27 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con los Estados Unidos de América, al este con el municipio de Puerto Peñasco, al sur con el Golfo de California y al oeste con el estado de Baja California. Tiene una extensión territorial de 8 412,75 kilómetros cuadrados que representan el 4,54 % de la extensión del estado. En línea recta el área del proyecto (AP) se ubica aproximadamente a 6,45 kilómetros de la cabecera municipal de San Luis Río Colorado y a 4,6 kilómetros de la localidad más cercana (Ejido Las Adelitas), (figura IV.21).

Figura IV.21. Ubicación general del Sistema Ambiental Regional o Cuenca Hidrológica Forestal



En referencia a lo mencionado anteriormente es de gran importancia conocer los aspectos socioeconómicos del municipio de San Luis Río Colorado (SLRC) y hacer una relación con el establecimiento del Proyecto y de esa manera identificar los beneficios que se van a generar a corto, mediano y largo plazo.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Ahora bien, en cuanto a la demografía, este rubro presenta condiciones muy diversas de acuerdo con las características estructurales de cada región. Para el caso particular del municipio de San Luis Río Colorado cerca del 94 % de la población habita en zonas urbanas lo que explica su crecimiento ya que, de ser el sexto municipio con mayor población en 1995, para 2010 y 2020, es el cuarto municipio más poblado de Sonora con un total de 199 021 habitantes y con un aumento de la población de 20 641 personas en una década, lo que representa un incremento del 11.6 %, los pobladores de San Luis Río Colorado, representan el 7.0 % de la población total de Sonora, (tabla IV.148).

Tabla IV.148. Comparativo de población (2010 y 2020) en el estado de Sonora

Censo de Población y Vivienda 2010			Censo de Población y Vivienda 2020	
Clave	Estado Municipio	Población total	Estado Municipio	Población total
26	Sonora	2,662,480.00	Sonora	2,944,840.00
030	Hermosillo	784,342.00	Hermosillo	936,263.00
018	Cajeme	409,310.00	Cajeme	436,484.00
043	Nogales	220,292.00	Nogales	264,782.00
055	San Luis Río Colorado	178,380.00	San Luis Río Colorado	199,021.00
042	Navojoa	157,729.00	Navojoa	164,387.00
029	Guaymas	149,299.00	Guaymas	156,863.00
	Resto de los municipios	763,128.00	Resto de los municipios	787,040.00

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 y 2020 INEGI

Actualmente, considerando los 8 412,75 km de extensión que posee el municipio, éste tiene una densidad de población aproximadamente de 22 habitantes por kilómetro cuadrado.

CONTEXTO REGIONAL Y MUNICIPAL

En el extremo noroeste de Sonora, limitado por el Río Colorado y los movedizos arenales del desierto de Altar se encuentra San Luis, nacido alrededor de 1918, como colonia agrícola militar. Creció gracias al milagro de las aguas del río, capaz de convertir los páramos en generosas tierras donde prospera el trigo, el algodón y muchos otros cultivos que son básicos para su economía.

El municipio de San Luis Río Colorado recibió el título de aduana en 1923; en abril de 1924 se le otorgó la categoría de comisaría, y posteriormente por Ley número 146 del 14 de junio de 1939 obtiene la categoría municipal con localidades segregadas del municipio de Caborca. La cabecera

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

municipal es San Luis Río Colorado, que fue elevada a categoría de ciudad en julio de 1958 mediante la ley Num.86 del 4 de julio de 1958. Se considera fecha importante 1960 año en que se pavimentó la carretera Santa Ana-San Luis, y 1964 cuando se construyó el puente que une a Sonora con Baja California

San Luis Río Colorado es una ciudad y cabecera del municipio homónimo del estado mexicano de Sonora, localizada justo entre la zona arenosa del Desierto de Altar y el estado de Baja California. Por su clima extremo es reconocida por Servicio Meteorológico Nacional de México y la Conagua como la ciudad más árida de México. Dentro del territorio municipal se extienden la Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar y la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y delta del río Colorado, ambas declaradas Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO.

Al llegar los primeros explotadores europeos al lugar, habitaban las riberas del río Colorado los aborígenes de la etnia Cucapáh. Al establecerse el fuerte de Yuma, Arizona, aguas arriba, muchos nativos decidieron alojarse en la cercanía del río para tener alimento y agua.

La ciudad de San Luis Río Colorado, colinda al norte con los Estados Unidos de Norte América; al este con el municipio de Puerto Peñasco; al sur con el Golfo de California y al oeste con el estado de Baja California. Posee una superficie de 8, kilómetros cuadrados, que representa el 4.54 por ciento del total estatal y el 0.43 por ciento del nacional; las localidades más importantes, además de la cabecera, son: Luis B. Sánchez, Golfo de Santa Clara, Nuevo Michoacán e Isleta. Su territorio es desértico en su totalidad, y forma parte del desierto de Altar; se destacan las serranías de El Tule, El Zumbador, El Rosario, Las Pintas, La Tinaja y Malpaís. Se localiza en la cuenca del río Colorado que procede de Estados Unidos de Norte América; este río sirve de límite, en un tramo corto, con el estado de Baja California y desemboca en el golfo del mismo nombre. El arroyo de Santa Clara también tiene su origen en el vecino país, penetra al municipio y fluye al antes citado río, cerca de su desembocadura. En su litoral se encuentran los siguientes accidentes geográficos: desembocadura del río Colorado, estuario del río Colorado, Punta Invencible, Puerto Isabel, Boca del Río, bahía del Golfo de Santa Clara, además del Islote Pelicano.

El centro de población de San Luis Rio Colorado ocupa un área urbana de 6,771 has aproximadamente y se organiza en 26 principales colonias, la retícula urbana permite tener polígonos de colonias bien identificados y delimitados por vialidades primarias, colectoras y subcolectoras, en éstas se tienen diversos usos de suelo de tipo habitacional; así como áreas localizadas para uso comercial; áreas públicas; equipamiento educativo, cultural, de salud, áreas verdes y deportivo; se localizan servicios de transporte y sitios de taxis. La localización de los diversos a tractores de viaje permite tener una mejor apreciación de la organización territorial y aquellas áreas que se han quedado rezagadas y no cuentan con los servicios y equipamientos necesarios. El uso de suelo en la localidad se encuentra integrado de la siguiente manera:

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

actividades agropecuarias, alojamiento temporal, zonas habitacionales, comercio y servicios básicos, comercio y servicios especializados, centros de diversión, centros comerciales, comercio de impacto mayor, comercio y servicios con casa habitación, oficinas privadas, oficinas públicas, abastos y almacenamiento, talleres especiales, manufactura e industria (domiciliaria y menores), industria de bajo impacto, industria de alto impacto, equipamiento barrial, equipamiento general, equipamiento regional, especial infraestructura, espacios abiertos y predios baldíos.

4.9.2. Población

San Luis Río Colorado se caracterizó a partir de sus elementos naturales y artificiales (lo construido) que la constituyen como una ciudad y que forman el marco visual de sus habitantes, tales como: colinas, ríos, bosques, edificios, calles, plazas, parques, anuncios, etc. es una ciudad que ha presentado en los últimos años un proceso de crecimiento que la ha llevado a tener una gran extensión en su superficie, debido principalmente a su baja densidad habitacional y la gran cantidad de lotes baldíos, localizados principalmente en la zona sur y sur este de la ciudad. Cuenta con una estructura reticular, conformada por vialidades de sección amplia, tanto en vialidades primarias y colectores, así mismo también en vialidades subcolectoras y de acceso a colonia, lo que le permite la posibilidad de brindar a sus habitantes facilidades para transportarse fácilmente de un punto a otro de la ciudad. La conformación de la ciudad genera una imagen mental en todos sus pobladores quienes la transitan y viven diariamente, transportándose a las diferentes zonas en los diferentes medios de transporte. Al hacer un estudio de la imagen urbana de San Luis Río Colorado se tomó en cuenta tanto el medio físico natural conformado por los campos agrícolas y ejidos; como el medio físico artificial, formado por los corredores, cruceros y distritos; tomando en cuenta algunos elementos relevantes dentro del área urbana como: la línea fronteriza, cruces fronterizos, áreas verdes, etc.

La ciudad se conforma en la zona noroeste con la ciudad de San Luis; al centro y al noreste por el ejido San Luis con vivienda de tipo medio y popular, se encuentran algunas vialidades si pavimentar; y dividido por la Av. Benjamín Flores (Brecha Divisoria) el ejido La Grullita donde el nivel de vivienda es popular y en proceso de consolidación, las colonias de la zona se encuentran casi en su totalidad sin pavimentación, lo que ocasiona una gran contaminación por polvo, también se pueden encontrar gran cantidad de lotes baldíos hacia el sureste. Hacia el poniente se encuentra bordeada por los campos agrícolas, al sureste se encuentra el relleno sanitario cabe destacar que se presenta contaminación con tiraderos de basura y escombros en una amplia zona, también se tienen tiraderos clandestinos en las periferias de la ciudad. Medio Físico Artificial Al ser una ciudad fronteriza San Luis Río Colorado concentra sus principales actividades hacia el norte de la ciudad donde se encuentra la línea fronteriza y principalmente en la zona centro.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Durante las últimas 6 décadas, el municipio de SLRC ha mostrado una tendencia constante de crecimiento poblacional que le ha permitido colocarse entre los municipios más poblados del estado, La dinámica poblacional del territorio de San Luis Río Colorado se ha caracterizado por la conjunción de diversos factores demográficos y económicos que han propiciado un crecimiento sostenido desde hace varias década, Sin embargo, los acontecimientos económicos ligados con la evolución histórica de su base productiva han sido los elementos centrales que influyeron en estas tendencias.

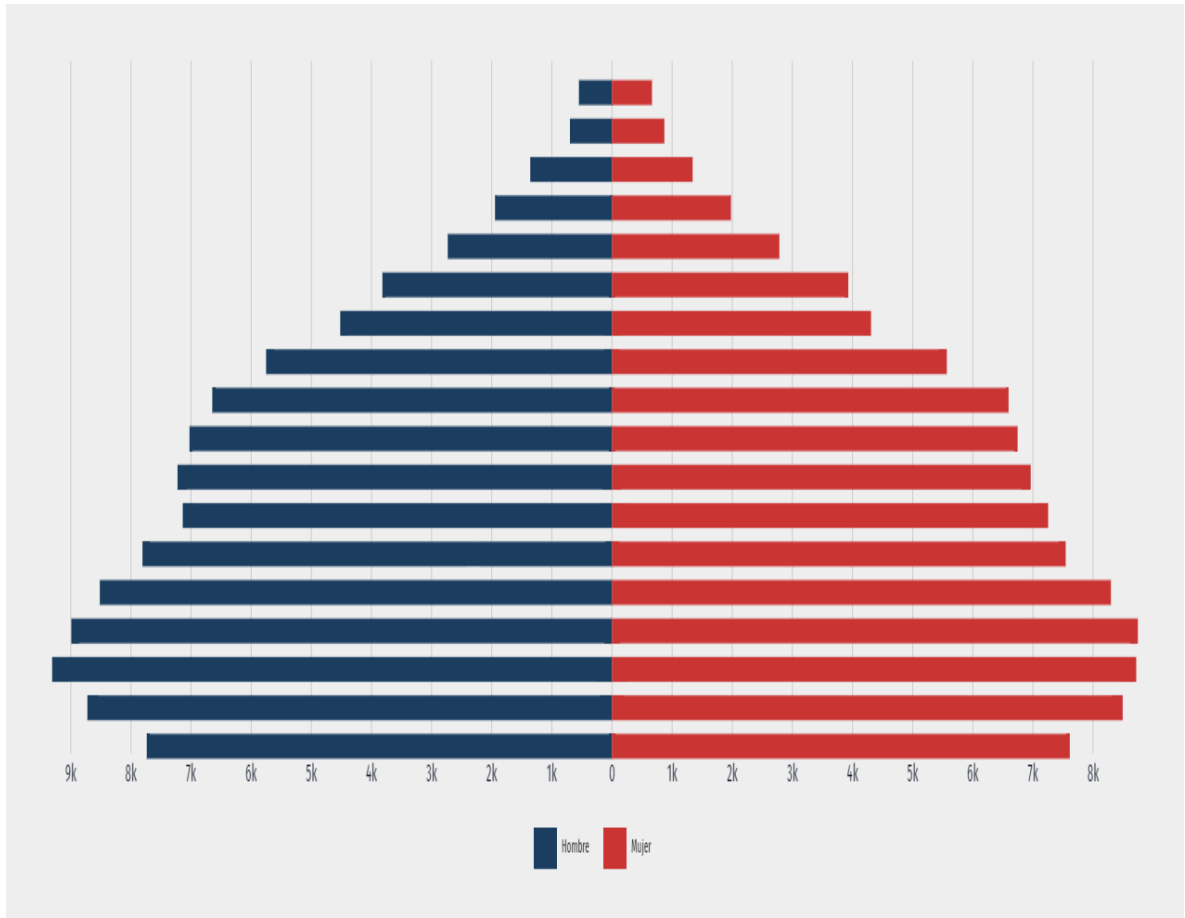
Acorde con los Censos de INEGI, en los últimos 30 años la población total de San Luis RC se ha incrementado de 178,380 habitantes en 2010 a un total de 199 021 habitantes y con un aumento de la población de 20 641 personas en una década, lo que representa un incremento del 11.6 %, los pobladores de San Luis RC, representan el 7.0 % de la población total de Sonora, la relación hombres – mujeres de 1:1 considerando que el 49.5% son mujeres y 50.5% son hombres.

Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 10 a 14 años (18,028 habitantes), 15 a 19 años (17,736 habitantes) y 5 a 9 años (17,217 habitantes). Entre ellos concentraron el 26.6% de la población total.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



Fuente: Censo de Población y Vivienda 2020 - Cuestionario Básico.

Grafica IV.34. Pirámide poblacional total de San Luis Río Colorado, 2020

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

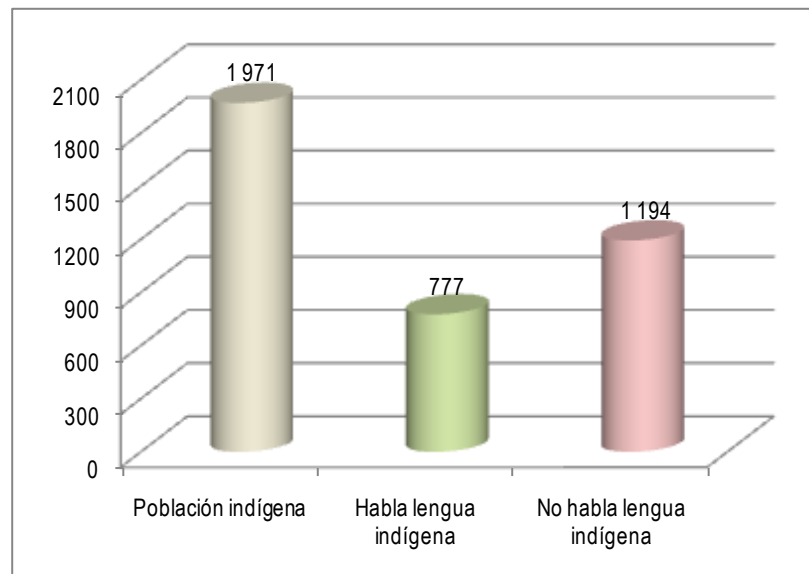
4.9.3. Población Indígena

La Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas señala que en México vive un gran número de pueblos y comunidades indígenas que han logrado preservar su identidad y su lengua. Se calcula que en el año 2010 la población indígena en el país representó el 9,91 % del total de los mexicanos. Particularmente, en el municipio de SLRC esta población representa el 1,10 % del total de habitantes (tabla IV.149). Sin embargo, de acuerdo con los indicadores sociodemográficos de la población indígena del estado de Sonora, el 50,88 % de los indígenas que viven en San Luis Río Colorado provienen de otros estados de la república, además de que sólo el 39,42 % habla alguna lengua indígena, (gráfica IV.35).

Tabla IV.149. Población indígena en el municipio de San Luis Río Colorado

Municipio	Población total	Población indígena	(%)
San Luis Río Colorado	199,021	1 971	1,10

Fuente: Comisión Nacional para el Desarrollo de los pueblos Indígenas



DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Gráfica IV.35. Condición de habla indígena en el municipio de San Luis Río Colorado

En su mayoría, la población indígena en el municipio corresponde al sexo masculino que representan el 53,27 %, (tabla IV.150).

Tabla IV.150. Población indígena según sexo en el municipio de San Luis Río Colorado

Municipio	Población indígena	Hombres	Mujeres
San Luis Río Colorado	1 971	1 050	921
(%)	100,00	53,27	46,73

Fuente: Comisión Nacional para el Desarrollo de los pueblos Indígenas

Además de los servicios médicos, los indígenas que habitan esta zona del país tienen acceso a satisfactores que son escasos en otras zonas menos desarrolladas. Se cuenta con escuelas, parques recreativos, apoyos a la vivienda, entre otros servicios. En el rubro educativo cabe señalar que del total de habitantes indígenas 93 personas no saben leer ni escribir, y solo existen cuatro que tienen como único lenguaje su dialecto.

Actualmente, en el municipio de SLRC las personas indígenas habitan en viviendas que cuentan con los servicios básicos que presta el ayuntamiento en su mayoría disponen de agua entubada y luz eléctrica.

Además, aunque algunos pueblos indígenas conservan su religión, la gran mayoría de los indígenas en el municipio pertenecen a la religión católica, las cifras más recientes en este sentido estiman que el 50 % de los indígenas son católicos.

Asimismo, a pesar de que SLRC no pertenece a alguna de las regiones indígenas definidas para México, por la cantidad de habitantes se considera un municipio con presencia indígena. Además, la Comisión Nacional para el desarrollo de los pueblos Indígenas identifica en la porción norte de Baja California y noroeste de SLRC a la etnia Cucapá, que son conocidos como rieños por vivir en la ribera del río Colorado. Esta etnia es amerindia y se puede encontrar también al suroeste de Arizona, cerca de la frontera entre Estados Unidos y México. Del lado americano habitan en la reserva india Cucapá, al suroeste de Yuma, en el estado de Arizona. En San Luis Río Colorado existe una pequeña población cucapá en el ejido Pozas de Arvizu.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Como puede notarse, existe homogeneidad en la oportunidad de desarrollo para los habitantes indígenas y para la población en general. La mayoría tiene condiciones de vida similares al resto de la población, acceso a los servicios básicos, atención a la salud, entre otros. De hecho, resulta interesante que la tasa de desocupación sea menor para este sector de la población que para el resto de los habitantes, situación que supone una igualdad de acceso a oportunidades laborales.

Derivado de lo anterior y asumiendo que la industrialización de la zona ha venido dando una dinámica más urbana a las poblaciones, se puede definir que la particular realización del Proyecto no modificará culturalmente la región.

Ahora bien, aún y cuando en el municipio existe población indígena dispersa, en las inmediaciones del SAR se tienen dos comunidades con pobladores indígenas, Justina Valenzuela Mendoza y Ejido Pozas de Arvizu. La primera se ubica aproximadamente a 12 kilómetros del área del Proyecto, muy cercana a la división estatal con el estado de Baja California y colindante con la zona urbanizada de San Luis Río Colorado, se trata de una comunidad muy pequeña y la única información que se dispone es que la habitan siete personas; mientras que la segunda comunidad se localiza a 18,90 kilómetros del área del Proyecto, se trata de indígenas de la etnia Cucapá que aunque tienen su propia lengua hablan también español, habitan en viviendas construidas principalmente de ladrillo, muchas de ellas levantadas con apoyo del Fondo Nacional de Apoyo Económico a la Vivienda (FONAEVI) y del Instituto de Vivienda del Estado de Sonora (INVES).

4.9.4. Lengua Indígena

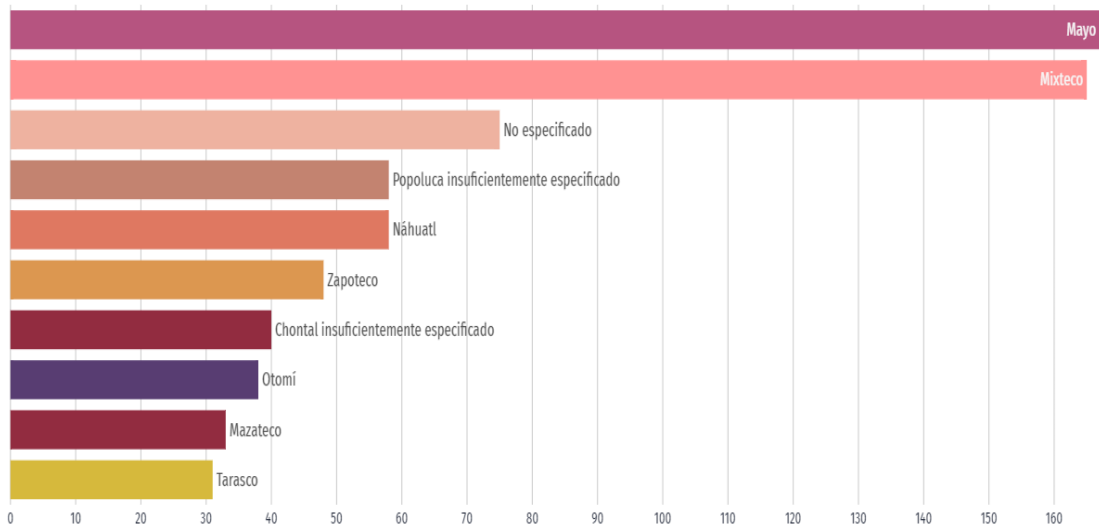
La población de 3 años y más que habla al menos una lengua indígena fue 782 personas, lo que corresponde a 0.39% del total de la población de San Luis Río Colorado.

Las lenguas indígenas más habladas fueron Mayo (167 habitantes), Mixteco (165 habitantes) y No especificado (75 habitantes).

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



Fuente: Censo Población y Vivienda (Cuestionario ampliado).

Grafica IV.36. Principales lenguas indígenas habladas por la población de 3 años y más en San Luis Río Colorado

4.9.5. Composición Social

De acuerdo con los datos de INEGI (2020), San Luis Río Colorado tiene una población de 199 021 habitantes, de los cuales 100 552 son hombres (51%) y 98 469 mujeres (49%), colocándose como el Municipio más poblado de la entidad. De la relación hombres/mujeres se puede definir que por cada 100 mujeres hay 102 hombres, en la región de San Luis Río Colorado.

La composición social presenta un porcentaje mayor de la población en edad productiva que es del 61.8 % lo que implicó un aumento de 1.68 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (60.1 %) y la tasa de desocupación es del 2.94 % lo que implicó una disminución de 1.5 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (4.45%).

La estructura productiva del municipio se encuentra diversificada en distintas ramas y sectores productivos. La población económicamente activa se ubica principalmente en el sector de comercio y servicios y representa el 61.3% aproximadamente. En el sector primario se emplea el 17% de la fuerza de trabajo. Con una agricultura tecnificada y orientada fundamentalmente a la producción de hortalizas, trigo y algodón, el municipio genera un importante volumen de empleos en su zona rural. En el sector secundario que básicamente está dirigido a la manufactura en ramas

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

como la textil, electrónica, partes para automóviles, alimentaria, juguetes, mueblería y automotriz se emplea el 21.02% de la población económicamente activa

Se identifica que la población nacida en la entidad es de 125 514 mientras que la población NO nacida en la entidad es de 61 349 pobladores, lo que representa que el 30.8% de la población del municipio había nacido en otra entidad (INEGI 2010). Por lo anterior, se entiende que San Luis Río Colorado es un Municipio multicultural.

Un elemento que no se debe descartar en esta región es la inmigración extranjera, la mayor cantidad de migrantes que ingresó a San Luis Río Colorado en los últimos 5 años provino de Estados Unidos (1 769 personas), Honduras (58 personas) y Cuba (29 personas).

Las principales causas de migración a San Luis Río Colorado en los últimos años fueron familiares (765 personas), vivienda (311 personas) y legales (286 personas).

4.9.6. Índice De Pobreza

Al respecto, según las estimaciones del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2020), el 4,6 % (9 208) de los pobladores están ubicados en situación de pobreza extrema. Si bien, el indicador se ubica por debajo de la media estatal, el mismo significa que más de 9 208 personas disponen de un ingreso tan bajo que, aun si lo dedicaran por completo a adquirir alimentos, no podrían conseguir los necesarios para tener una vida sana, (tabla IV.151).

Tabla IV.151. Población en situación de pobreza a nivel estatal y municipal

Municipio	Población total ^{1/}	Población en Pobreza ^{2/}	Tipo de Pobreza	
			Extrema	Moderada
Sonora	3,111,119	30.1	2.6	25.6
San Luis Río Colorado	209,394	32.6	4,6	35.7

Fuente: ^{2/}**Informes anuales sobre la situación de pobreza y rezago social, 2020**

<https://www.gob.mx/bienestar/documentos/informe-anual-sobre-la-situacion-de-pobreza-y-rezago-social>

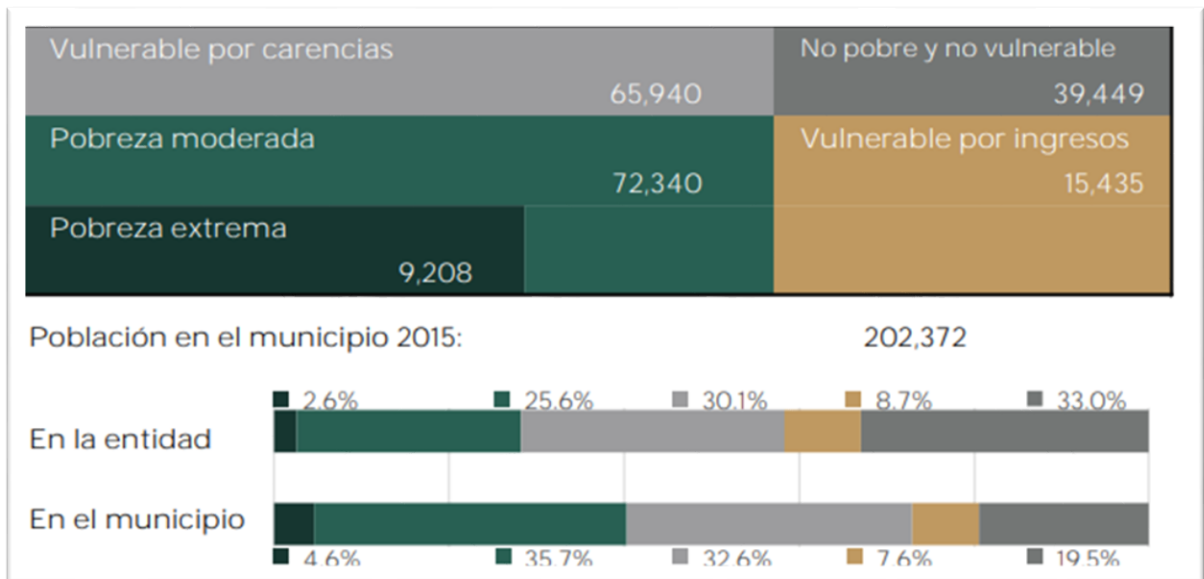
Indicador		En el municipio	En la entidad
1	Población al 2021, número de personas	209,394	3,111,119

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

2	Grado de Rezago Social	Muy bajo	bajo
3	Zonas de Atención Prioritaria 2021 Rurales Urbanas	1 293	10 1990

Pobreza Multidimensional



El Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social señala que el 32,6 % de los habitantes vive en situación de pobreza, lo que significa que tiene al menos una carencia social (rezago educativo, salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, servicios básicos en la vivienda y acceso a la alimentación) y su ingreso es insuficiente para adquirir los

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

bienes y servicios que requiere para satisfacer sus necesidades tanto alimentarias como económicas.

4.9.7. Índice De Rezago Social

El índice de rezago social es un estimador de carencias calculado para tres niveles de agregación geográfica, estatal, municipal y local el cual incorpora indicadores de educación, de acceso a servicios de salud, de servicios básicos, de calidad y espacios en la vivienda, así como de activos en el hogar.

De acuerdo con el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), SLRC tiene un grado de rezago social muy bajo, lo que significa que la mayoría de la población tiene acceso a satisfactores que producen bienestar, (tabla IV.152).

Tabla IV.152. Indicadores de rezago social a nivel estatal y municipal

Municipio	Población de 15 años o más analfabeta	Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada y se abastecen del servicio público de agua	Viviendas que no disponen de drenaje	Viviendas que no disponen de energía eléctrica	Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje	Viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica, agua entubada, ni drenaje
Sonora	44 134	818 201	40 872	8 484	821 949	1 924
San Luis Río Colorado	3 485	57 799	1 798	703	56 745	117

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Principales resultados por localidad (ITER) 2020.

Cuartos y dormitorios de la vivienda

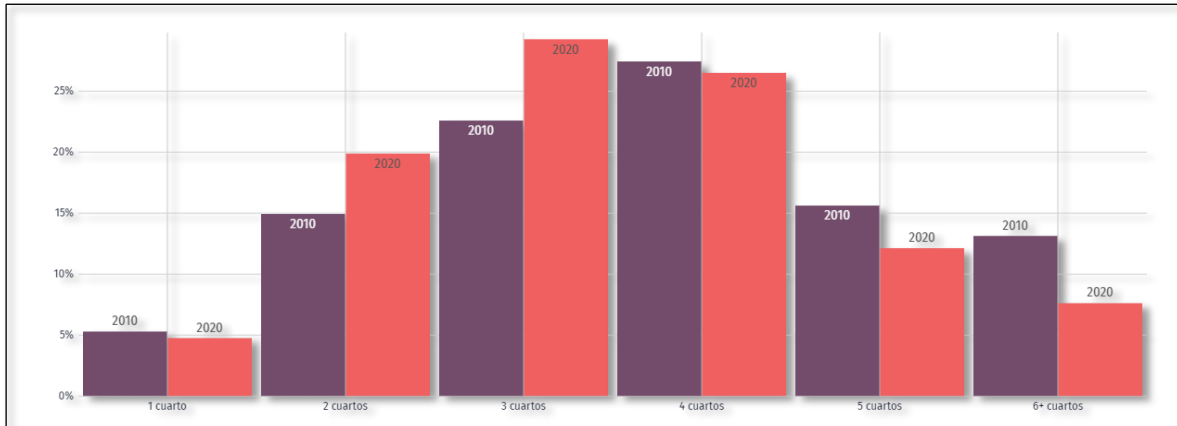
En San Luis Río Colorado, en 2020, la mayoría de las viviendas particulares habitadas contaba con 3 y 4 cuartos, 29.2% y 26.5%, respectivamente.

Para el mismo periodo, destacan de las viviendas particulares habitadas con 2 y 1 dormitorios, 44.4% y 30.3%, respectivamente.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



Grafica IV.37. Distribución de viviendas particulares habitadas según número de cuartos en 2010 y 2020

4.9.8. Educación

Acceso a la Educación y la Cultura

En la entidad, el promedio de escolaridad de la población de 15 años y más, pasó de 9.8 en 2015, a 10.4 en 2020, es decir, actualmente se tiene prácticamente el equivalente al primer año de estudios medios superiores, y es casi el mismo promedio de escolaridad tanto para hombres como para mujeres con 10.35 y 10.45 años, respectivamente.

En San Luis Río Colorado este promedio escolar asciende a 9.46 años. Asimismo, se destaca que del total de la población del municipio el 28.4 % de la población mayor de 15 años tiene algún grado de escolaridad: más del 75% hasta educación básica y más de una cuarta parte hasta educación media superior (28%), mientras que en la educación superior o profesional únicamente se registra 9.98% de la población en edad escolar. De acuerdo con el análisis de déficit y superávit a nivel localidad, se observa que para la población actual es indispensable la construcción de nuevos elementos o ampliar el número de aulas en elementos que registran déficit, sobre todo en jardín de niños, telesecundarias e instituciones de nivel superior.

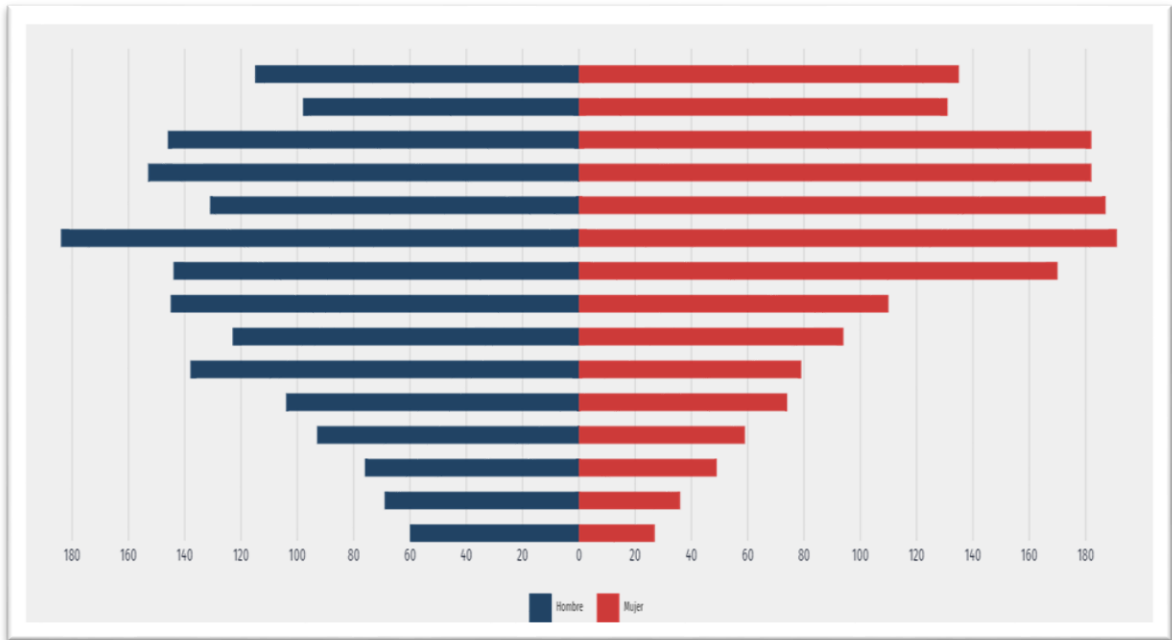
Tasa de analfabetismo

La tasa de analfabetismo de San Luis Río Colorado en 2020 fue 2.35%. Del total de

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

población analfabeta, 51% correspondió a hombres y 49% a mujeres.



* Se considera población analfabeta a la población de 15 años y más que no sabe leer ni escribir

Grafica IV.38. Distribución de la población analfabeta de San Luis Río Colorado, 2020

Estudios de alfabetización para adultos

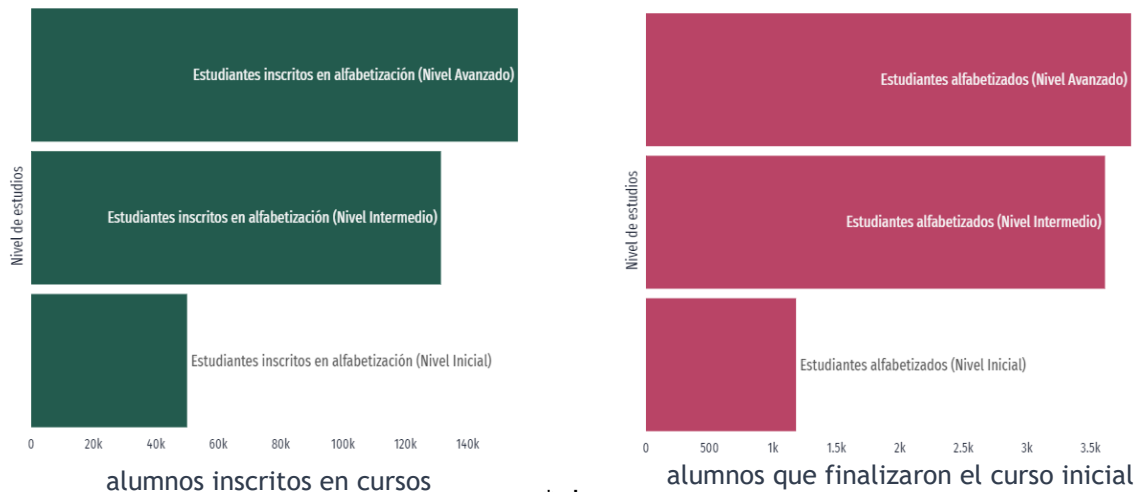
En 2020 Sonora tuvo 50,000 alumnos inscritos en cursos de nivel inicial de alfabetización, 13,100 alumnos inscritos en nivel intermedio y 15,600 alumnos inscritos en nivel avanzado.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

En el mismo año, Sonora tuvo 1,180 alumnos que finalizaron el curso inicial de alfabetización, 3,620 alumnos alfabetizados en nivel intermedio y 3,820 alumnos que terminaron los cursos de nivel avanzado.



* Los datos visualizados corresponden a la entidad federativa de Sonora, dado que no hay representatividad a nivel de municipio

4.9.9. Salud

En el tema de cobertura de salud, El CENSO 2020, identificaba que 82.62% de la población municipal es derechohabiente de algún servicio de salud. El 61.37% de la población estaba afiliada al IMSS, 30.86% a Seguro Popular o Seguro Médico para una Nueva Generación y 6.96% ISSSTE; el 2.79% se atiende en alguna institución privada; 0.19% en instituciones como PEMEX y SEDENA, en tanto que 16.84% carece de protección a la salud.

Servicios de salud	
Indicador	Valor
Población sin afiliación a servicios de salud	61 152
Población afiliada a servicios de salud	137 507
Población afiliada a servicios de salud en el IMSS BIENESTAR	657
Población afiliada a servicios de salud en otra institución	2896

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

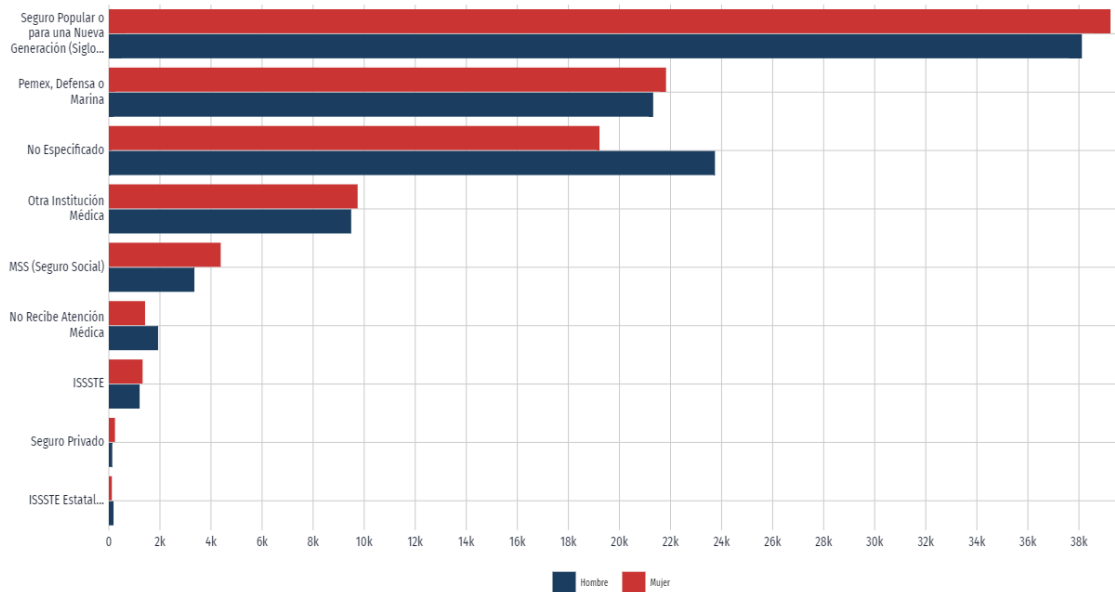
Población afiliada a servicios de salud en una institución privada	7 031
--	-------

Opciones y coberturas de salud

En San Luis Río Colorado, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron IMSS (Seguro social) (72 k), Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (41.3 k) y Consultorio de farmacia (36.2 k).

22.2%, POBLACIÓN ATENDIDA POR SEGURO POPULAR 38.7%, POBLACIÓN ATENDIDA POR SEGURO SOCIAL

En el mismo año, los seguros sociales que agruparon mayor número de personas fueron Seguro Popular o para una Nueva Generación (Siglo XXI) (77.3 k) y Pemex, Defensa o Marina (43.1 k).



Grafica IV.39. Distribución de personas afiliadas a seguros sociales por sexo (2020)

Infraestructura de salud

La Secretaría de Salud, señala que las unidades médicas más cercanas se ubican también en el centro urbano de San Luis Río Colorado, donde existen 22 centros de atención médica: 3 del IMSS (un Hospital General de subzona con medicina familiar, una Unidad de Medicina Familiar y un Hospital General de subzona), 1 del ISSSTE (una clínica hospital), 5 de la Secretaría de Salud (un Hospital General, una Unidad Móvil, un Centro de Atención Urbano de 05 Núcleos Básicos y dos Unidades de Especialidades Médicas), 1 de los Servicios Médicos Estatales (un Centro no especificado) y 12 consultorios privados (once Consultorios adyacentes a farmacias y un Centro no especificado). (Secretaría de Salud, 2021).

4.9.10. Vivienda

De acuerdo la ONU-Hábitat, el hacinamiento corresponde a uno de los indicadores más importantes para medir la prosperidad urbana de las ciudades con relación a la infraestructura de vivienda. Este indicador, llamado “espacio habitable suficiente”, determina la proporción de viviendas con menos de cuatro personas por habitación, con relación al total de viviendas particulares habitadas del municipio. En este sentido, ONU-Hábitat considera que una vivienda proporciona un espacio vital suficiente para sus miembros, si tres personas o menos comparten la misma habitación.

De acuerdo con lo anterior, para 2020 el Municipio de San Luis Río Colorado contaba con 72 mil 402 viviendas, en las cuales, el promedio de ocupación es de 3.36 ocupantes por vivienda, y el promedio de ocupantes por cuarto es de 0.98 personas.

En cuanto al porcentaje de población con carencia por calidad y sin ningún bien en la vivienda es del 0.60 % del total de viviendas en el municipio y el porcentaje de población con servicios básicos en la vivienda del 78.4 % en 2020.

Sobre la cobertura de servicios, de acuerdo con el censo 2020 de INEGI, el 80 % de las viviendas particulares habitadas disponen de agua entubada. Adicionalmente sólo el 79 % de las viviendas particulares habitadas disponen de drenaje conectado a la red pública, mientras que el 2.48 % no disponen de drenaje. En San Luis Río Colorado el 80.7 % de las viviendas cuenta con energía eléctrica

4.9.11. Economía

Actividades económicas

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Sectores productivos

De acuerdo con los datos registrados por el Censo de Población y Vivienda 2019, el sector de actividad económica más representativo en el municipio de SLRC es el de Comercio al por Menor, donde concentraron más unidades económicas en San Luis Río Colorado y se distribuyen en Comercio al por Menor (2,606 unidades), Otros Servicios Excepto Actividades Gubernamentales (1,529 unidades) y Servicios de Alojamiento Temporal y de Preparación de Alimentos y Bebidas (978 unidades). (Tabla IV.153). Por su parte, el INEGI señala que la mayor parte de la población se emplea en actividades del sector comercio y servicios, es decir, poco más del 60 % trabaja en estos sectores como empleados, prestadores de servicios o comerciantes.

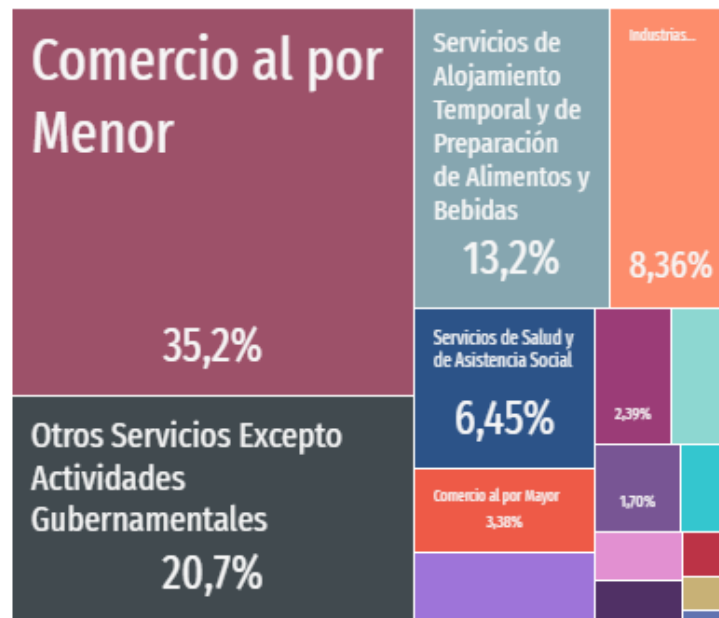


Tabla IV.153. Unidades económicas según sector económico en 2019

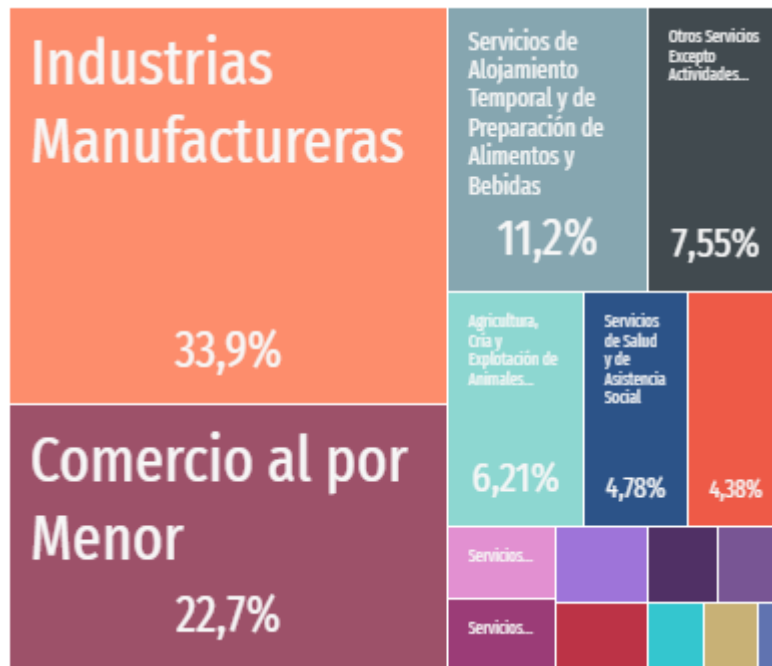
De acuerdo con los datos del Censo Económico 2019, los sectores económicos que concentraron más empleados dependientes de la unidad económica en San Luis Río Colorado fueron Industrias Manufactureras (12,900 empleados), Comercio al por Menor (8,648 empleados) y Servicios de Alojamiento Temporal y de Preparación de Alimentos y Bebidas (4,249 empleados).

Tabla IV.154. Empleados dependientes de la unidad económica según sector económico.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



De acuerdo al CPI 2018, el Municipio cuenta con una densidad económica moderada (valor productivo promedio por cada kilómetro cuadrado del área urbana municipal); este resultado es causado por la forma relativamente consolidada en que crece el área urbana y por la distribución planificada de los usos de suelo de las actividades productivas, entre otros. Esta condición puede incentivar la generación de empleo y el crecimiento económico.

Ventas Internacionales

Las principales ventas internacionales de San Luis Río Colorado en 2020 fueron Equipos Eléctricos para Amplificación de Sonido (US \$ 233 M), Partes y Accesorios de Vehículos Automotores (US \$ 33.6 M) y Higos, Piñas, Aguacates, Guayaba, Mangos, Frescos o Secos (US \$ 20.3 M).

Los principales destinos de ventas internacionales en 2020 fueron Estados Unidos (US \$ 269 M), Bélgica (US \$ 52.1 M) y China (US \$ 6.29 M).

Compras Internacionales

Las principales compras internacionales de San Luis Río Colorado en 2020 fueron Equipos Eléctricos para Amplificación de Sonido (US \$ 67.1 M), Vehículos de Motor para el Transporte de

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Mercancías (US \$ 32.6 M) y Higos, Piñas, Aguacates, Guayaba, Mangos, Frescos o Secos (US \$ 22.6 M).

Los principales países de origen de las compras internacionales en 2020 fueron Estados Unidos (US \$159 M), China (US \$ 89 M) y Malasia (US \$7.74 M).

Inversión Extranjera Directa (IED)

En el periodo enero a junio de 2021, la IED en Sonora alcanzó los US \$ 912 M, distribuidos en nuevas inversiones (US \$ 630 M), cuentas entre compañías (US \$ 270 M) y reinversión de utilidades (US \$ 12 M).

Desde enero de 1999 a junio de 2021, Sonora acumula un total de US\$17,261 M en IED, distribuidos en reinversión de utilidades (US\$6,475 M), nuevas inversiones (US \$ 5,661 M) y cuentas entre compañías (US \$ 5,125 M).

Origen Inversión Extranjera Directa (IED)

Es de enero a junio de 2021, los principales países de origen de la IED en Sonora fueron Estados Unidos (US \$ 561 M), Luxemburgo (Confidencial) y España (US \$ 31 M).

Entre enero de 1999 y junio de 2021, los países que más han aportado a la IED son Estados Unidos (US \$ 10,042 M), España (US \$ 1,600 M) y Canadá (US \$ 1,282 M).

4.9.12. Empleo

La población mayor de 12 años y más económicamente activa es de 99,224 habitantes, de los cuales, el 49.85 % representa la población económicamente activa del total de la población. Las principales actividades económicas que se realizan en esta región constituyen aquellas relacionadas con el sector de la industria manufacturera. En tabla IV. se muestra que de la población económicamente activa (PEA) en SLRC la población ocupada suma 97,662 personas y casi en su mayoría laboran (98,4 %), Solo el 1.6 % de la PEA está desocupada, es decir, aunque han buscado trabajo no lo han encontrado.

Tabla IV.155. Población según condición de actividad económica a nivel estado y municipio

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Municipio	Población de 12 años y más	Condición de actividad económica			
		Población económicamente activa			Población no económicamente activa
		Total	Ocupada	Desocupada	
Sonora	2 944 840	1 448 628	1 418 869	29 759	911 820
San Luis Río Colorado	199 021	99 224	97 662	1 562	59 237

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020

Salario

El salario promedio mensual en el segundo trimestre de 2021 fue de \$ 5.96 k MX siendo superior en \$21.1 MX respecto al trimestre anterior (\$ 5.94 k MX).

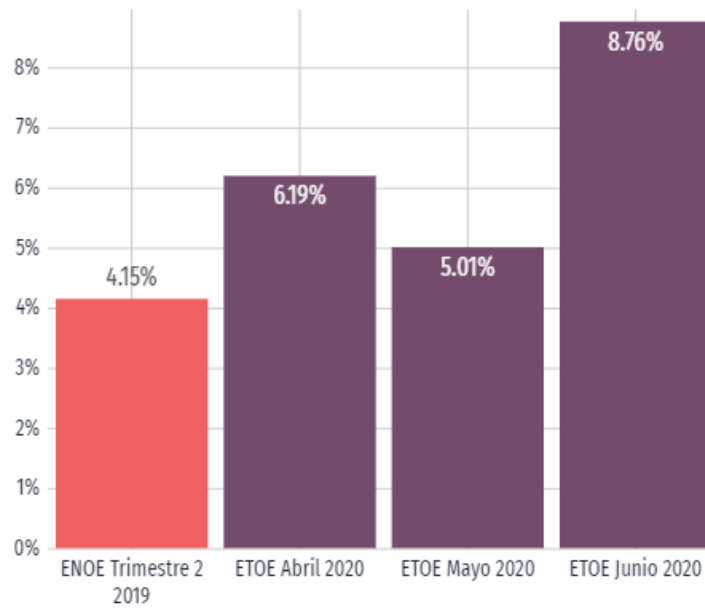
Población ocupada y salarios según ocupación

En segundo trimestre de 2021, Sonora tuvo 1,356,030 ocupados, 5.22% menos que el mismo periodo del año anterior (1,430,748).

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



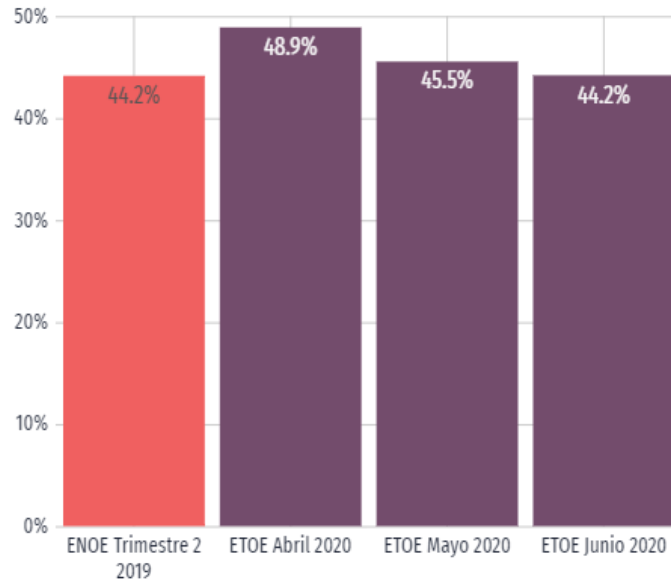
4.9.12.1. Tasa de informalidad laboral

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Los datos presentados tienen por objetivo ofrecer información para monitorear la situación de la ocupación y empleo en el periodo de contingencia del COVID-19 en Sonora. En esta línea, en junio de 2020 la tasa de informalidad laboral llegó a 44.2%.



4.9.12.2. Inmigración extranjera

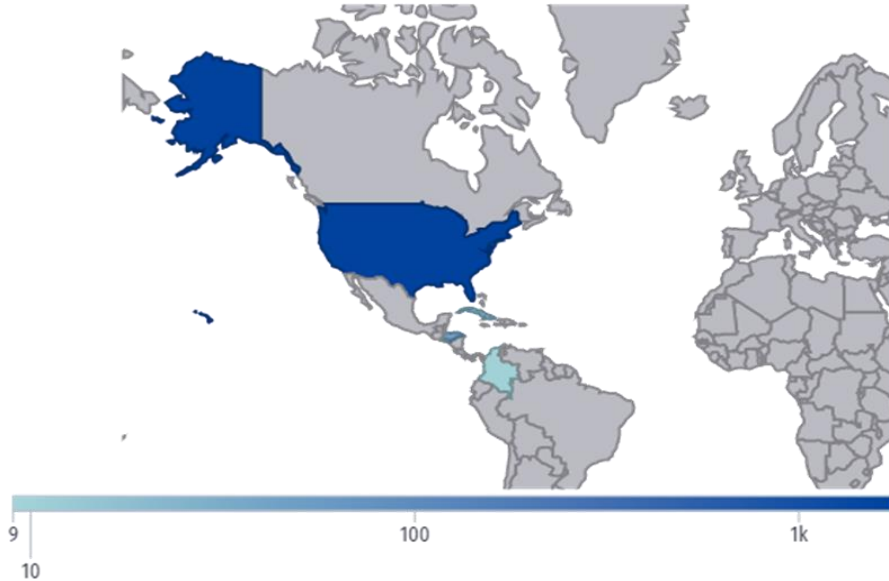
DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

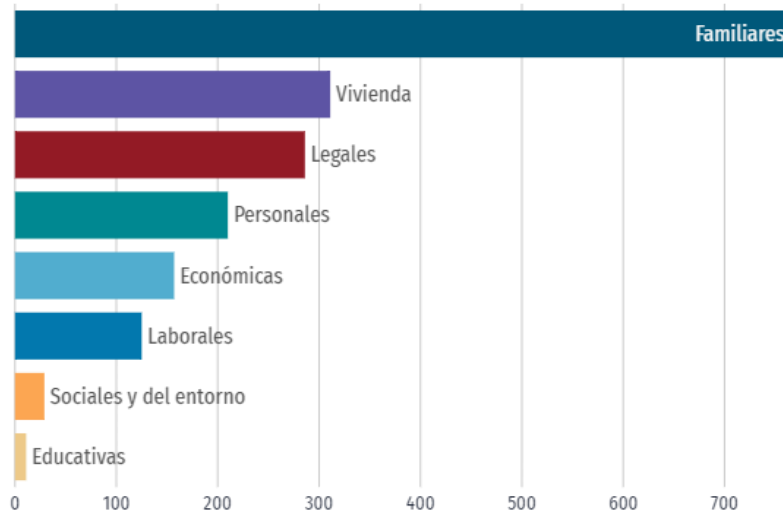
El mapa muestra los países de origen de los migrantes a San Luis Río Colorado en los últimos años. El gráfico de barras muestra las principales causas de migración.

La mayor cantidad de migrantes que ingresó a San Luis Río Colorado en los últimos 5 años provino



de Estados Unidos (1.77 k personas), Honduras (58 personas) y Cuba (29 personas).

En la gráfica anterior se presentan las principales causas de migración a San Luis Río Colorado en los últimos años fueron familiares (765 personas), vivienda (311 personas) y legales (286



personas).

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Oportunidades, equidad y empleo

Si bien existen logros importantes en políticas públicas en el acceso a mayores oportunidades para mujeres que permitan compensar el rezago y la inequidad entre hombres y mujeres en algunos rubros, aun es necesario mantener y ampliar los esfuerzos para alcanzar una sociedad equitativa e incluyente.

Con base en el diagnóstico situacional de las mujeres en el Municipio de San Luis Río Colorado (2020), se identifica que en la Región Interna la Población Económicamente Activa y Ocupada (PEAO), tenemos que asciende al 98.3 % del total de la PEA (Población Económicamente Activa); de los cuales, 60 % son hombres y 40 % mujeres (brecha de género en la PEAO de -25 puntos); indicando un importante rezago en la participación económica de las mujeres en la zona rural.

En otros datos generales que corresponden a la población económicamente activa, (PEA)¹: la distribución porcentual de la PEA municipal según sexo, la proporción general de la PEA masculina y femenina es de 60/40. En San Luis Río Colorado es similar al municipal con una relación de 60/40, al igual que la PO (Población Ocupada) que es de 60/40. Esta brecha de inclusión en la dinámica económica disminuye en la ciudad, donde las mujeres tienen mayor acceso a oportunidades.

Adicionalmente haciendo un análisis del censo económico desde 2004 a 2014, se observa que existe un aumento significativo de presencia de las mujeres en todas las actividades económicas del municipio, lo cual visualiza el éxito de políticas públicas que brindan mejores condiciones para su participación.

Ingreso corriente total promedio trimestral por hogar

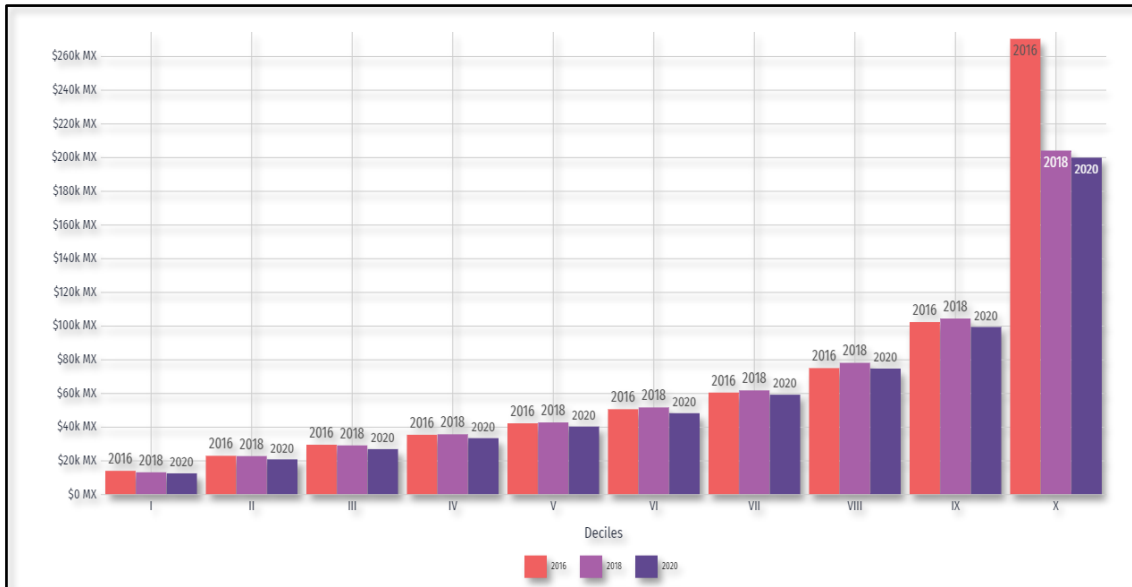
La visualización muestra el ingreso corriente total promedio trimestral por hogar en deciles de hogares en Sonora comparando los años 2016, 2018 y 2020.

En Sonora, el 10% de los hogares de menores ingresos (primer decil) tuvieron un ingreso promedio trimestral de \$12.4 k MX en 2020, mientras que el 10% de los hogares de mayores ingresos (décimo decil) tuvieron un ingreso promedio trimestral de \$200 k MX en el mismo periodo.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



Fuente: Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH)

Grafica IV.40. Ingreso corriente total promedio trimestral por hogar en deciles de hogares en 2016, 2018 y 2020.

Diversidad de la persona de referencia o jefe(a) de la vivienda

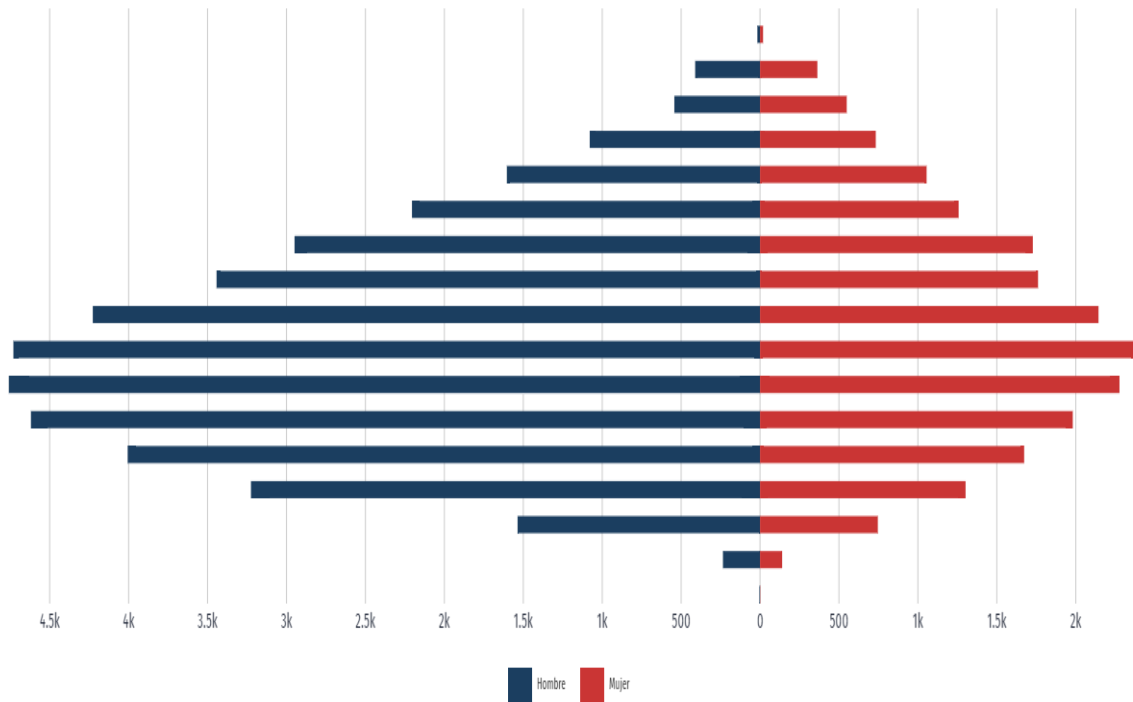
Según datos Censo Poblacional 2020, se registraron 59.7 k viviendas. De éstas, 33.7% son viviendas donde la persona de referencia es mujer y 66.3% corresponde a viviendas donde la persona de referencia es hombre.

Respecto a los rangos de edad de las personas de referencia, 11.9% de las viviendas concentró a jefes de hogar entre 45 a 49 años.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



Grafica IV.41. Distribución de viviendas por sexo y persona de referencia en 2020

Desigualdad

El Índice de Desigualdad de Género (IDG) refleja la desventaja que pueden experimentar las mujeres respecto de los hombres en tres dimensiones: salud reproductiva, empoderamiento y mercado laboral. Así, el índice muestra la pérdida en desarrollo humano debido a la desigualdad entre logros de mujeres y hombres en dichas dimensiones. El IDG tiene un valor cercano a cero cuando el panorama de desarrollo es igualitario, y se aproxima a uno cuando las desventajas de las mujeres frente a los hombres son amplias. Este índice

La desigualdad es de 0.37, de acuerdo con el índice de GINI en SAN LUIS RÍO COLORADO. El coeficiente o índice de Gini, es una medida estadística diseñada para representar la distribución de los ingresos de los habitantes, en concreto, la inequidad entre estos. Índices más cercanos a

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

0, representan más equidad entre sus habitantes, mientras que valores cercanos a 1, expresan máxima inequidad entre su población

En 2015, en Sonora, los municipios con menor desigualdad social, de acuerdo al índice de GINI, fueron: Ónavas (0.316), San Felipe de Jesús (0.322), Huásabas (0.342), Granados (0.343) y Trincheras (0.345). Por otro lado, los municipios con menor igualdad social por esta métrica, fueron: Álamos (0.453), Yécora (0.450), Arivechi (0.430), Nácori Chico (0.418) y Huatabampo (0.412).

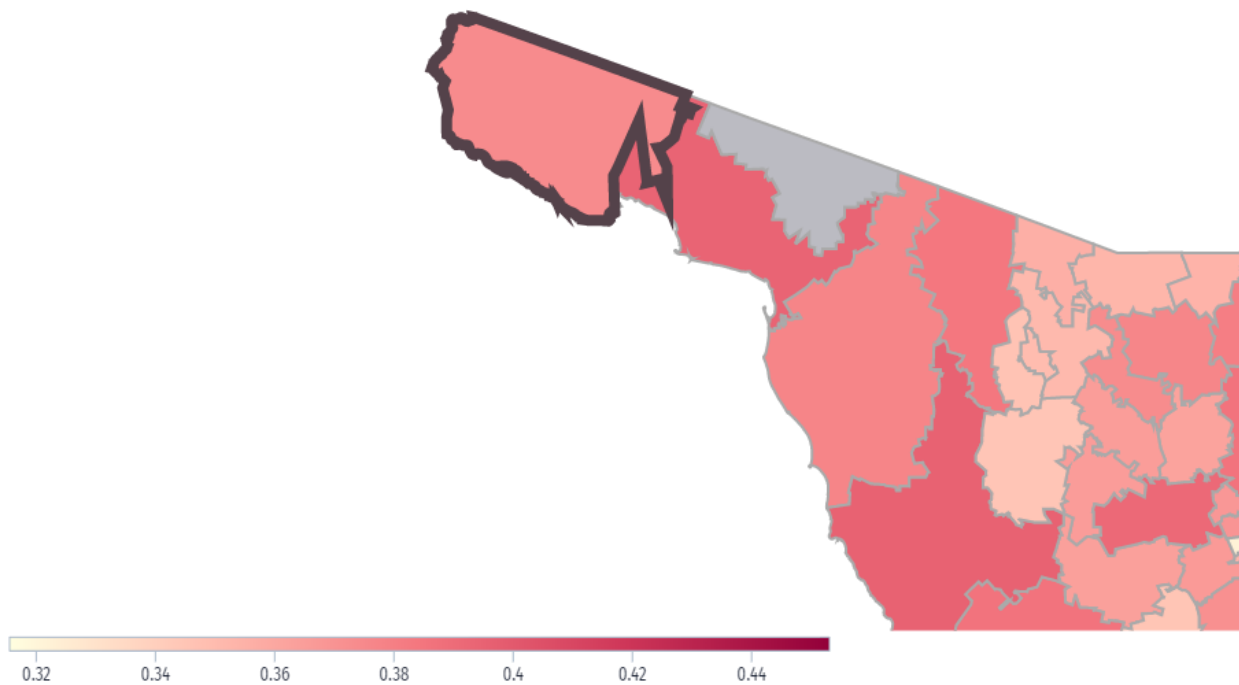


Figura IV.23. Desigualdad social según GINI en Sonora (2015)

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Indicadores de pobreza y carencias sociales 2010-2015

De acuerdo a datos de CONEVAL 2015 el 35.7 % (199 021 habitantes) de la población de San Luis Río Colorado se encuentra en situación de pobreza moderada, y un 4.55% (9 055 habitantes) pobreza extrema; y la población vulnerable por ingresos fue de 7.63%, si bien ha disminuido en promedio, aun representa una gran de la población.

Entiéndase por pobreza cuando una persona tiene al menos una carencia social (en los seis indicadores de rezago educativo, acceso a servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, servicios básicos en la vivienda y acceso a la alimentación), y su ingreso es insuficiente para adquirir los bienes y servicios que requiere para satisfacer sus necesidades alimentarias y no alimentarias.

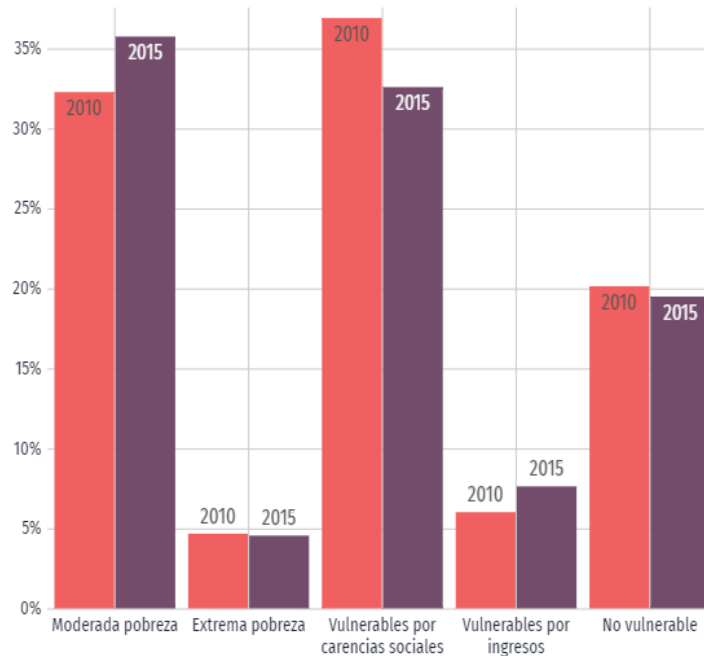
Por pobreza moderada cuando una persona que, siendo pobre, no es pobre extrema. La incidencia de pobreza moderada se obtiene al calcular la diferencia entre la incidencia de la población en pobreza, menos la de la población en pobreza extrema.

Por pobreza extrema cuando una persona tiene tres o más carencias, de las seis posibles, dentro del Índice de Privación Social y que, además, se encuentra por debajo de la línea de bienestar mínimo. Quien se encuentra en esta situación dispone de un ingreso tan bajo que, aun si lo dedicara por completo a la adquisición de alimentos, no podría adquirir los nutrientes necesarios para tener una vida sana.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



Gráfica IV.42. distribución de personas según condición de pobreza en 2010 y 2020

El porcentaje de población con ingresos menores a la línea de bienestar pasó de 6.02 % en 2010 a 7.63 % en 2015, el porcentaje de población con carencia por acceso a seguridad social fue de 53.4% y por acceso a los servicios básicos en la vivienda pasó de 22 % a 34.1 % en 2015, no obstante, pese a que estos presentaron un aumento es necesario seguir implementando políticas públicas que permitan a todos los habitantes tener acceso a los servicios básicos como son acceso al agua, electricidad, baños y servicio de alcantarillado.

De acuerdo con los valores de acceso a los servicios básico San Luis Río Colorado presenta que en 2020:

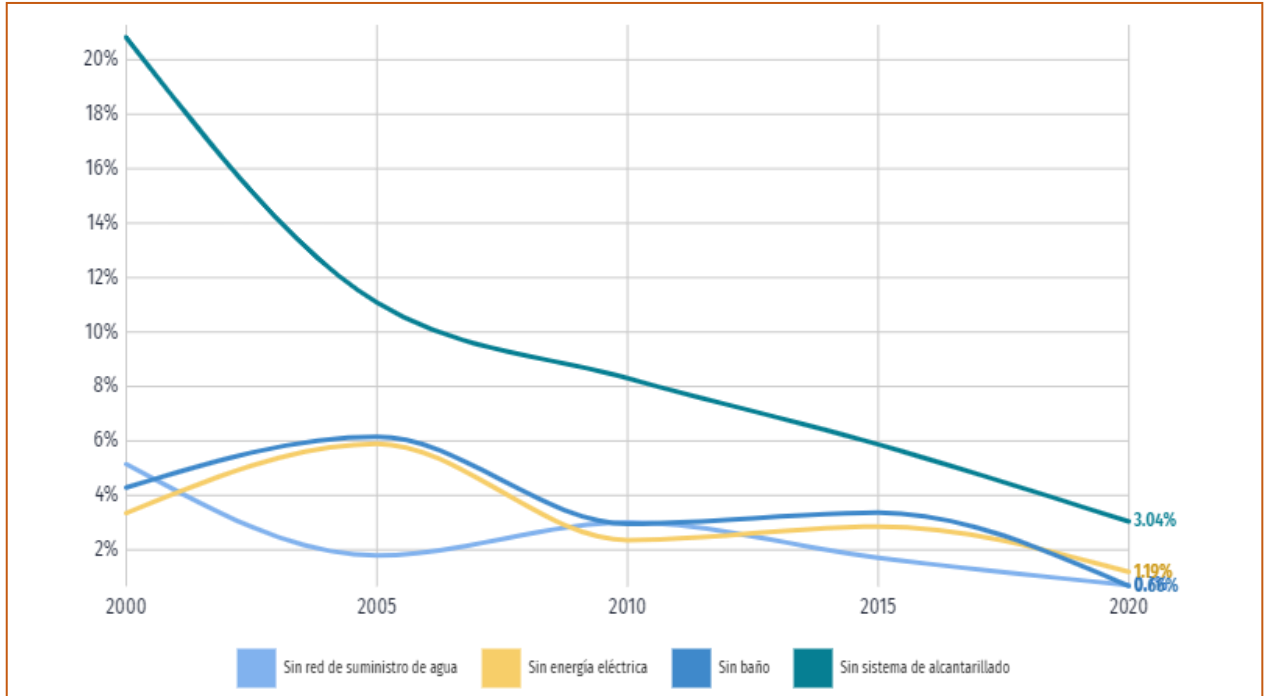
Población sin acceso a agua fue del 0.7%	Población sin electricidad 1.19 %
Población sin baño 0.66 %	Población sin alcantarillado 3.04 %

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

La gráfica muestra la evolución porcentual de la población sin accesos a servicios básicos entre 2000 y 2020.



Gráfica IV.43. Acceso a servicios básicos en San Luis Río Colorado (2000-2020)

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

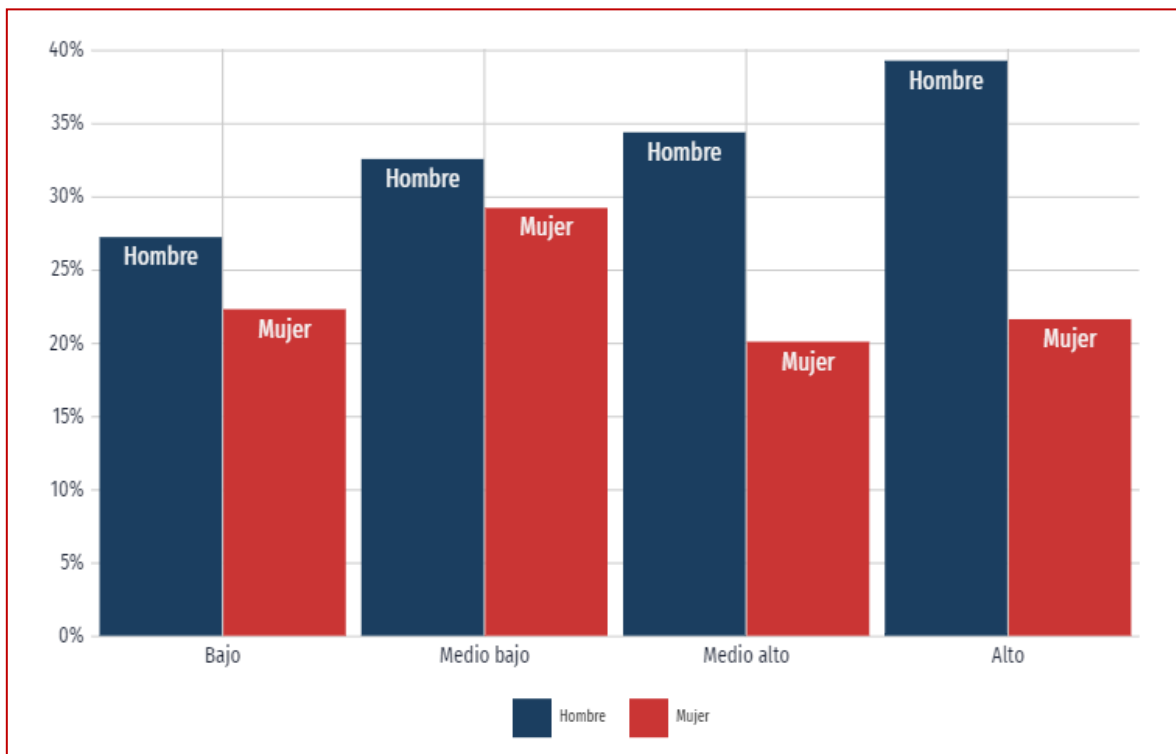
Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

4.9.13. Seguridad Pública

Con el objetivo de comprender la Seguridad Pública de México, la presente sección analiza dos conceptos principales correspondientes a aproximaciones teóricas desde las cuales se aborda el nivel de Seguridad Pública: a) Percepción y b) Denuncia.

En 2020, 33.5% de los hombres mayores de 18 años de Sonora percibieron seguridad en su entidad federativa, mientras que 24.3% de mujeres mayores de 18 años compartieron dicha percepción.

A nivel de personas, los hombres del estrato sociodemográfico alto percibieron mayor seguridad (39.3%), mientras que las mujeres percibieron mayor seguridad en el estrato socioeconómico medio bajo (29.2%).



Grafica IV.44. Percepción de seguridad según estrato socio demográfico y sexo

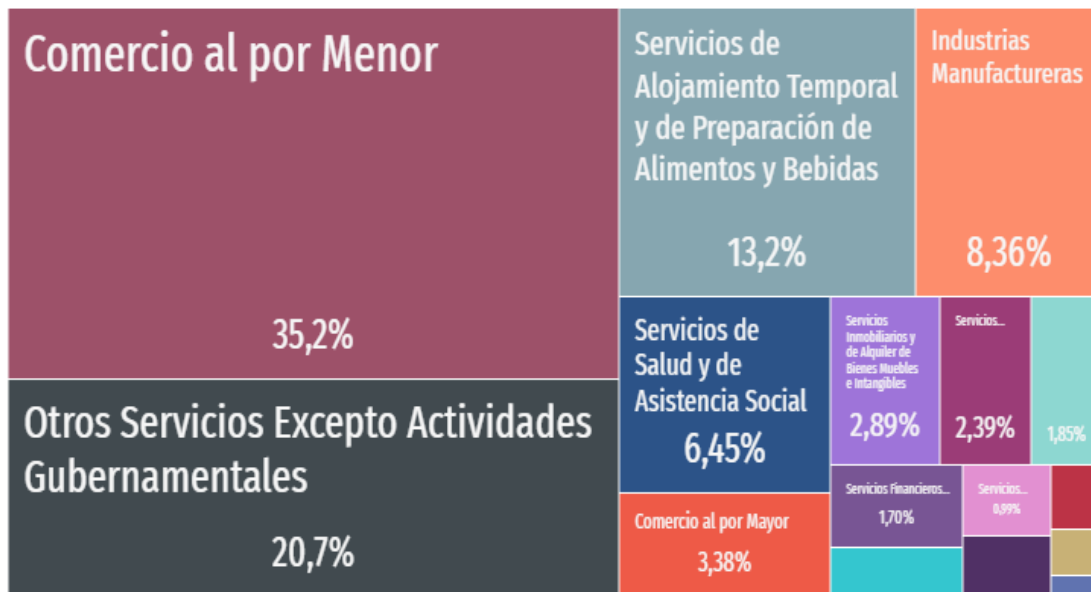
DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

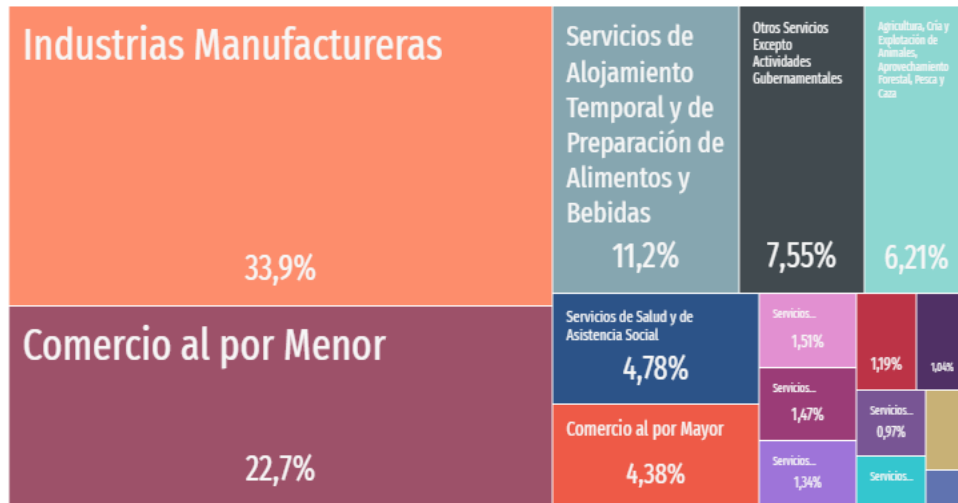
Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

4.9.14. Industria

De acuerdo con los datos del Censo Económico 2019, los sectores económicos que concentraron más unidades económicas en San Luis Río Colorado fueron Comercio al por Menor (2,606 unidades), Otros Servicios Excepto Actividades Gubernamentales (1,529 unidades) y Servicios de Alojamiento Temporal y de Preparación de Alimentos y Bebidas (978 unidades).



Los sectores económicos que concentraron más empleados dependientes de la unidad económica en San Luis Río Colorado fueron Industrias Manufactureras (12,900 empleados), Comercio al por Menor (8,648 empleados) y Servicios de Alojamiento Temporal y de Preparación de Alimentos y Bebidas (4,249 empleados).



Análisis de las condiciones sociales y económicas

El Área de Influencia del proyecto, se caracteriza por estar inserta en la superficie de la AGEB rural 260,551,285, se extiende por predios de la periferia de la cabecera municipal de San Luis Río Colorado. En esta área, no se registra ninguna localidad ni asentamiento rural.

La población más próxima es la localidad de San Luis Río Colorado, en el municipio del mismo nombre, En el Municipio, se ha experimentado un crecimiento demográfico en las últimas décadas, derivado de su ubicación fronteriza y de su vecindad con los Estados Unidos de América, así como por el desarrollo de actividades productivas como la agricultura, fincada en el aprovechamiento de las aguas del río Colorado; la producción ganadera para exportación; la actividad industrial en dos parques industriales y la actividad comercial en los corredores comerciales que le dan movilidad y visión a la actividad económica. La actividad productiva depende en gran medida de las exportaciones al mercado de los Estados Unidos (SIDUR, JRM Consultores, Ayuntamiento de San Luis Río Colorado, 2012).

Dado que el 88,8% de la población del Municipio de San Luis Río Colorado se concentra en la Cabecera municipal, la infraestructura y servicios se centraliza también en este centro urbano. Al respecto, el Programa de Desarrollo urbano del Centro de Población de San Luis Río Colorado, refiere grandes deficiencias y rezagos principalmente en servicios e infraestructura básica, estableciendo los indicadores más bajos en porcentaje de pavimentación y alcantarillado de todas las capitales municipales y en cuanto a infraestructura y equipamiento de los establecimientos, imagen urbana y seguridad pública, entre otros. (SIDUR, JRM Consultores, Ayuntamiento de San Luis Río Colorado, 2012)

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

En cuanto a infraestructura carretera, se identificó la carretera federal No. 2 Mexicali – Sonoyta, la cual atraviesa el centro urbano de San Luis Río Colorado, y por el Libramiento Golfo de Santa Clara – Ejido La Islita. (INEGI (Mapa), 2010), por la carretera federal existe el servicio de transporte público; básicamente de autobuses foráneos que se dirigen a la ciudad de Sonoyta, a otras regiones del estado de Sonora y hacia otras entidades. También transitan por esta vía los autobuses que desde distintos lugares del país se dirigen a las ciudades de San Luis Río Colorado, Mexicali y Tijuana, así como a ciudades del vecino país Estados Unidos de Norteamérica.

Principales actividades económicas a nivel municipal⁷

De acuerdo con la Encuesta Intercensal 2015 del INEGI, tomando como referencia la población ocupada por sector de actividad económica, según su distribución porcentual, en el estado de Sonora el 12% de la población se ocupa en el sector primario, el 27,58% en el sector secundario, el 59,31% en el terciario (20,15% en el comercio y 41,26% en servicios) y un 1,11% no se especifica. En lo que respecta al municipio de San Luis Río Colorado, el 16,66% de la población se ocupa en el sector primario, el 22,02% en el sector secundario, el 60,30 en el terciario (20,80% en el comercio y 39,50% en servicios) y un 1,03% no se especifica. (INEGI I. N., 2017) .

El Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de San Luis Río Colorado apunta que las actividades productivas preponderantes en la ciudad de San Luis Río Colorado son la agricultura agroindustrial, orientada a la producción de hortalizas –fresco, trigo, alfalfa y algodón, y la actividad industrial principalmente la industria de la confección. (SIDUR, JRM Consultores, Ayuntamiento de San Luis Río Colorado, 2012).

En lo que respecta al sector primario, la agricultura que se desarrolla en el Distrito de San Luis Río Colorado es de riego y de temporal, principalmente de riego. En este Distrito, en 2020 se cultivaron 29 distintos productos, destacando por la superficie que se destina al cultivo, por la producción cosechada y por el valor de la producción los 10 cultivos que se muestran en la tabla IV.156. (SIAP, 2020).

Tabla IV.156. Cierre Estadístico de la Producción Agrícola 2017 en el municipio y Distrito Agrícola de San Luis Río Colorado. Fuente: (SIAP, 2020)

⁷ La información oficial sobre sobre indicadores económicos sólo se encuentra a nivel de entidad y municipal

C u l t i v o	Superficie (ha)		Valor de la producción (miles de pesos)
	se m br ad a	co se ch ad a	Obtenido
Trigo grano	230,087.29	230,082.29	7,377,948.22
Papa	14,158.21	14,148.21	3,735,334.55
Maíz grano	55,714.49	54,484.19	2,375,494.86
Chile verde	4,952.27	4,949.27	2,065,101.37
Sandía	10,543.00	10,528.00	2,042,837.14
Pepino	1,969.09	1,969.09	1,630,773.76
Calabacita	6,200.40	6,198.40	1,207,456.10
Tomate rojo (jitomate)	1,626.41	1,626.41	729,757.80
Melón	3,494.00	3,494.00	718,613.29
Cebolla	2,408.79	2,387.79	535,632.12

Aun cuando en los últimos años la agricultura del municipio se ha diversificado con el cultivo de algodón y de hortalizas, la agricultura local está orientada principalmente al cultivo del trigo, el cual constituye el 50% de la superficie sembrada. (Gobierno del Estado de Sonora, Gobierno Municipal de San Luis Río Colorado, JRM Consultores, 2010).

En cuanto a la ganadería, el municipio de San Luis Río Colorado alcanzó en 2020 una producción de 293,545 toneladas de ganado en pie; 164,787 de carne en canal y 2,561.979 litros de leche de ganado bovino y caprino, ver tabla IV.157. (SIAP, 2020).

Tabla IV.157. Cierre Estadístico de la Producción Ganadera 2017 en el municipio de San Luis Río Colorado. (SIAP, 2020)

Producto/Especie	Producción	Valor de la Producción
Ganado en pie	(Toneladas)	(Miles de Pesos)

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Producto/Especie	Producción	Valor de la Producción
Bovino	161.643	4,669.866
Porcino	91.719	2,287.763
Ovino	22.898	730.217
Caprino	17.285	540.578
Subtotal	293.545	8,228.424
Carne en canal	(Toneladas)	(Miles de Pesos)
Bovino	81.078	4 517,94
Porcino	63.475	3 741,54
Ovino	11.565	874,16
Caprino	8.669	597,91
Ave		
Guajolote		
Subtotal	164.787	9 731,65
Leche	(Miles de litros)	(Pesos por Litros)
Bovino	2,561.979	14 725,50
Caprino		
Subtotal	2,561.979	17,332.199

La actividad ganadera tiene como principal objetivo la producción de becerros al destete para su exportación a los Estados Unidos de Norteamérica, (Gobierno del Estado de Sonora, Gobierno Municipal de San Luis Rio Colorado, JRM Consultores, 2010).

El proyecto de CCI Parque Industrial se enmarca en su totalidad en la provincia denominada Llanura Sonorense, así como en las Subprovincias Desierto de Altar (92.05%), Sierras y Llanuras Sonorenses (7.41%) y Sierra del Pinacate (0,54%). (INEGI (Compendio), 2010).

A partir de este ambiente natural que se ha modificado al cambiar el uso del suelo a en actividades agrícolas se identifica que el 4,07% de la superficie del municipio se destina a la agricultura, el 0,14% para uso acuícola y el 0,80% como zona urbana. En el 48,35% de la superficie agrícola se practica la agricultura mecanizada continua, en el 1,87% se practica la agricultura con tracción animal continua y en el 0,02% la agricultura manual estacional. (INEGI (Compendio), 2010)

No obstante, las condiciones climáticas y de aridez del territorio del Municipio de San Luis Río Colorado, éste ha logrado alcanzar un considerable nivel de desarrollo industrial, debido principalmente al establecimiento de maquilas. Sin embargo, esto ha tenido costos ambientales que han dado por resultado la degradación del medio ambiente con los consecuentes daños a la salud. Entre las principales problemáticas destacan:

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

- La contaminación del aire, suelo y agua generada por el tiradero de basura a cielo abierto que ocupa cerca de 80 hectáreas de terreno ubicado al Sur de la ciudad. (Agua.org.mx, 2015)
- La contaminación del aire, suelo y agua generada por la quema de 17 mil hectáreas de paja de trigo y las ladrilleras. (Agua.org.mx, 2015)
- La falta de control de descargas de aguas negras, debido a que sólo el 40% de la zona urbana cuenta con alcantarillado, mientras que el 60% restante utiliza fosas sépticas. (Gobierno del Estado de Sonora, Gobierno Municipal de San Luis Río Colorado, JRM Consultores, 2010)

En conclusión, la sobreexplotación del recurso agua y la contaminación del aire, suelo y agua, debido al crecimiento del centro urbano de San Luis Río Colorado y a las actividades antropogénicas que se desarrollan en la región han provocado una degradación significativa del medio ambiente, lo cual ha tenido consecuencias en la salud pública.

4.9.15. Percepción de la población y aspectos socioeconómicos

A partir del conjunto de entrevistas realizadas, se elaboró las siguientes valoraciones sobre la percepción que la población tiene respecto a la introducción de una obra eléctrica, y propone algunas recomendaciones:

1. Existe un problema evidente de insuficiencia de energía eléctrica en toda la región visitada, que se expresa en continuos apagones debidos a sobrecargas, principalmente durante las tardes-noches por la utilización de equipos de refrigeración industrial y en los hogares y cuando se presentan viento. La mayoría de las personas entrevistadas valoran que a medida que se ha incrementado la población, el número de aparatos y de actividades que requieren energía eléctrica, el problema se ha venido agudizando, convirtiéndose en una limitante para algunas actividades: tiendas, molinos, tortillerías, herrerías, agricultura, restaurantes. Toda vez que el uso de motores, que requieren de mayor carga eléctrica, se ve dificultado por la insuficiente potencia o sobre carga.
2. La percepción generalizada, es que una obra, de esta naturaleza beneficiaría a todos ya que hace falta más energía eléctrica. Es decir, la introducción de la electricidad se valora como un bien común y el conjunto de las entrevistas nos indican que en esto la gente está de acuerdo.
3. Será importante considerar las necesidades de energía de las localidades y de los municipios, así como la distribución que de ésta se vaya a hacer, ya que, en la actualidad una

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

parte de la región recibe la energía proveniente de Mexicali, lo que es percibido por la población como un trato diferenciado.

4. La opinión sobre los beneficios de la introducción de más energía, si bien en general es de orden positivo, el énfasis en su necesidad conveniencia varía en función de los intereses representados. Así, dueños de tiendas, molinos, carnicerías, hoteles, restaurantes, y demás actividades que requieren de aparatos que funcionan a base de electricidad denotan una actitud más positiva; mientras que las personas dedicadas a las actividades agropecuarias, reconocen la conveniencia de una obra de esta naturaleza, para el desarrollo del campo y la industria.

5. Se encontró una escasa presencia de organizaciones civiles. Las pocas que existen, dirigen su actividad a una combinación de atención a la problemática social, productiva y a la conservación de los recursos naturales, ubicándose como organizaciones que promueven el desarrollo sustentable, la organización campesina autónoma y la atención a los problemas de migración.

8. El fenómeno migratorio, constituye el hecho social más relevante de la región, y determina la dinámica económica, incidiendo además de manera muy importante en la vida social y cultural de las familias, las localidades y de la región.

9. El peso estadístico que es significativo de las actividades primarias, lo constatamos en la percepción generalizada de la población respecto al aporte de producción agrícola, pecuaria a la economía de las familias y de la región.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



Fotografía IV.5. **Actividad ganadera en el municipio de San Luis Río Colorado.**
Fuente: (Tribuna, 2019)

En el caso específico del municipio de San Luis Río Colorado, el comercio es la actividad más importante para la economía municipal. Conjuntamente con el sector servicios genera más de 15 empleos. (Gobierno del Estado de Sonora, Gobierno Municipal de San Luis Río Colorado, JRM Consultores, 2010).

Según la relación de actividades económicas que brinda la SEP y con la clasificación para la Codificación de la Actividad económica que establece el INEGI, las principales actividades son las que se observan en la tabla IV.158. (Secretaría de Educación Pública 2016) e (INEGI, 2014).

Tabla IV.158. Subsectores productivos en el municipio de San Luis Río Colorado

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Agrupación Tradicional	Característica general de los sectores	Sector	Subsector
Actividades secundarias	Transformación de bienes	Industrias manufactureras	Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónico
Actividades secundarias	Transformación de bienes	Industrias manufactureras	Industria alimentaria
Actividades secundarias	Transformación de bienes	Industrias manufactureras	Fabricación de prendas y accesorios de vestir
Actividades secundarias	Transformación de bienes	Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	Captación, tratamiento y suministro de agua y Suministro de gas por ductos al consumidor final
Actividades terciarias	Distribución de bienes	Comercio al por menor	Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco
Actividades terciarias	Distribución de bienes	Comercio al por menor	Comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales
Actividades terciarias	Servicios relacionados con la recreación	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	Servicios de preparación de alimentos y bebidas
Actividades terciarias	Servicios residuales	Otros servicios excepto actividades del gobierno	Servicios de reparación y mantenimiento

La información proporcionada en la tabla anterior, se relaciona con los subsectores de actividad económica que representan el 48% de las empresas, 59% de la producción de riqueza y 45% del empleo en el municipio de San Luis Río Colorado. (Secretaría de Educación Pública , 2016).

1. Uso que se da a los recursos naturales del área de influencia del proyecto.

En cuanto al uso que se dará a los recursos naturales que están en el área, será de manera permanente por el Cambio de Uso de Suelo que deriva del proyecto, sin embargo, el uso de la tierra en esa parte de San Luis Río Colorado es de tipo industrial.

2. Nivel de aceptación de proyecto.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

La población en general, para un mejoramiento en cuanto a la calidad de vida y del servicio eléctrico y que este sea estable, tiene un nivel de aceptación muy bueno, ya que será mejor para la economía del municipio y de los municipios que están alrededor que se beneficiaran.

3. Valor que se le da a los sitios ubicados dentro de los terrenos donde se ubicara el proyecto

El valor de los sitios es de poco interés, debido a que el proyecto con su obra se ubicará sobre vegetación forestal denominada por INEGI como vegetación de desiertos arenosos.

4. Patrimonio Arqueológico que se ubiquen cerca de la zona de influencia.

Hasta el momento no se han registrado monumentos arqueológicos documentados.

4.10. Paisaje

El Paisaje es un concepto que a través del tiempo se ha utilizado con diversos significados como elemento aglutinador de una serie de aspectos característicos del medio físico y la capacidad de asimilación que tiene éste, como resultado de los efectos del desarrollo de un proyecto determinado.

También a menudo se percibe como una vista amplia de escenarios o de formas naturales, esta consideración corresponde más al enfoque de la estética o percepción (González-Bernáldez, 1981).

Desde el punto de vista de la ecología, el paisaje representa grandes áreas compuestas por patrones interconectados o repetidos de ecosistemas interdependientes. Aunque la descripción del paisaje encierra la dificultad de encontrar un sistema efectivo para evaluarlo debido a que las metodologías utilizadas no han podido prescindir de componentes subjetivos, el enfoque ecológico resulta muy útil para generar información acerca de un determinado espacio físico.

En ese sentido, Muñoz-Pedreros (2004) señala que el paisaje puede estudiarse como indicador ambiental o cultural, pero al aproximarse a los componentes y procesos que ocurren en él, se va arribando a una visión sistémica o ecológica.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Existen varios métodos para realizar la valoración del paisaje, éstos pueden ser directos e indirectos. En los primeros la valoración se realiza a partir de la contemplación de la totalidad del paisaje, mientras que en los segundos (los indirectos) incluyen métodos cualitativos y cuantitativos que evalúan el paisaje, analizando y describiendo sus componentes.

Entre los métodos directos se tienen los siguientes:

De subjetividad aceptada. Es la más simple a pesar de ser la menos objetiva pero se acepta por el grado de subjetividad que tiene el paisaje. El resultado puede corresponder a una parcelación del territorio clasificado en categorías de calidad visual; por ejemplo: excelente, muy buena, buena, regular y mala.

De subjetividad controlada. Se basa en una escala universal de valores del paisaje, de tal forma que permite establecer cifras comparables en distintas áreas. Las categorías y valores pueden ser: espectacular, soberbio, distinguido, agradable, vulgar y feo. Se realiza con la participación de personal especializado y se utilizan escalas universales para lograr que la valoración subjetiva sea comparable entre sitios distintos.

De subjetividad compartida. Es similar al método de subjetividad aceptada. La valoración es desarrollada por un grupo de profesionales que deben llegar al consenso, con lo cual se eliminan posturas extremas dentro del grupo. En síntesis se somete a discusión la apreciación estética del paisaje.

De subjetividad representativa. En este caso, la valoración se realiza por una cierta cantidad de personas que son representativas de la sociedad. Se hace a través de encuestas, lo que permite una ordenación de los paisajes seleccionados. Se utilizan fotografías como apoyo.

Entre los métodos indirectos, se tienen los siguientes:

Métodos de valoración a través de componentes del paisaje. Se usan las características físicas del paisaje; por ejemplo: la topografía, los usos del suelo, la presencia del agua, etc. Cada unidad se valora en términos de los componentes y después los valores parciales se agregan para obtener un dato final.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Métodos de valoración a través de categorías estéticas. Cada unidad se valora en función de las categorías estéticas establecidas, agregando o compatibilizando las valoraciones parciales en un valor único. Se utilizan categorías como unidad, variedad, contraste, etc. Su punto central se relaciona con la selección de los componentes a utilizar y con los criterios que los representan.

4.10.1. Evaluación De La Calidad Intrínseca, Calidad Visual Y Absorción Visual Del Paisaje

La evaluación del paisaje para el presente proyecto se realiza utilizando el método de valoración a través de componentes del paisaje y se parte del concepto de Conesa Fdez-Vítora (1995), que define la Estética como “aquello que está relacionado con las características tanto de los objetos observados como las de los seres humanos que los perciben y cuya combinación hace que el objeto sea agradable o desagradable”.

Por lo anterior, para valorar los posibles impactos ambientales sobre la estética o paisaje, consecuencia de las actuaciones que se propongan, se consideran una las características propias de los objetos o recursos existentes en el sistema (características intrínsecas), la percepción de los seres humanos con respecto a dichos objetos o recursos (calidad) y una combinación de los dos anteriores denominada absorción visual, la cual se define como la capacidad del paisaje para acoger actuaciones propuestas sin que se produzcan variaciones en su carácter visual (Transec, S.A., 2009).

El paisaje es generalmente un conjunto de ecosistemas relativamente homogéneos tales como campos, prados, bosques, pueblos y ciudades, etc., compuestos por una matriz englobante, manchas y corredores (Gordon y Forman, 1983). La dimensión de un paisaje es variable, puede limitarse a unos pocos kilómetros, pero puede ser también mucho mayor.

Sin embargo, su característica más importante es que se demuestra como un indicador de todos los acontecimientos o procesos que han ocurrido a lo largo de su historia o están ocurriendo con respecto a procesos naturales y las actividades humanas.

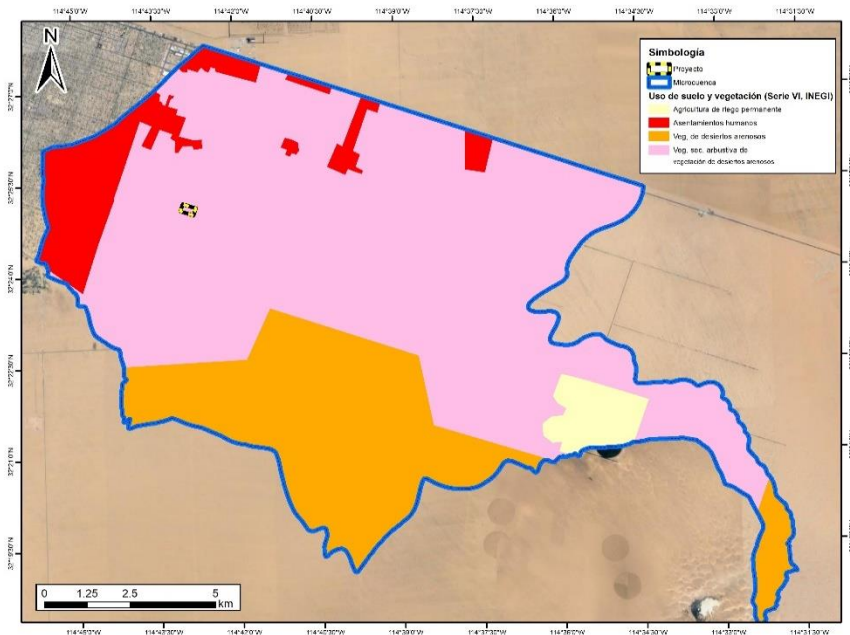
Y es precisamente con respecto a las actividades humanas, que el paisaje es clara evidencia de la actitud humana hacia el medio ambiente y los recursos naturales a través del tiempo, de las afectaciones por remoción de vegetación, aprovechamientos de los recursos naturales o el valor que le da la sociedad a nuestro entorno.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Para el análisis del paisaje se delimitaron una unidad paisajística con base a las topoformas y al uso de suelo y vegetación de la Serie VI de INEGI. En el proyecto se presentan la topoforma de Lomerío típico y el uso de suelo y vegetación es Urbano construido. (Ver mapa IV.40). Con respecto a la composición vegetal presente en las áreas adyacentes del proyecto encontramos: agricultura de riego permanente, asentamientos humanos, veg. de desiertos arenosos y veg. sec. arbustiva de vegetación de desiertos arenosos.



Mapa IV.40.

Uso de
suelo y vegetación serie VI INEGI

Uso de

El análisis del paisaje se realizó considerando criterios geo-ecológicos y de relieve, con el objetivo principal de obtener la Calidad Visual Vulnerable (CVV) como un indicador en función de la Calidad Visual (CV), Capacidad de Absorción Visual (CAV) y de la Visibilidad (V), los cuales se describen y calculan a continuación.

4.10.2. Calidad Visual Del Paisaje (CV) En La Cuenca O Sistema Ambiental

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

La calidad visual del paisaje referida como la valoración del atractivo visual del paisaje está en función de propiedades tales como colores, contrastes o formas que dependen de la morfología del paisaje, el tipo de vegetación y la presencia de cuerpos de agua entre otros.

Para realizar la evaluación de la calidad visual del paisaje, se contó con la ayuda del personal que participó en la toma de datos de campo, se realizó una evaluación de cada una de las unidades paisajísticas aplicando la siguiente expresión, misma que se desarrolla en un sistema de información geográfica utilizando el software Arc Gis 10.1. La calidad visual del paisaje se evalúa a través de la siguiente expresión.

$$CV = \sum (T, C, FE, R, AH)$$

Dónde:

CV = Calidad visual

T = Topoformas

C = Color

FE = Fondo Escénico

R = Rareza

AH = Actividades Humanas

Los criterios para valorar cada uno de los componentes de la calidad visual se establecen en la tabla IV.159, una vez evaluados cada uno de los componentes estos se suman para generar los valores de la calidad visual de cada una de las unidades paisajísticas.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Tabla IV.159. Criterios Utilizados para la Evaluación de la Calidad Visual.

PONDERACIÓN	5	3	1
Topoformas	Relieve muy montañoso, marcado y prominente, o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado o sistema de dunas; o presencia de algún rasgo muy singular y dominante.	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes excepcionales.	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular
USO DE SUELO Y VEGETACIÓN			
Color	Combinaciones de color intensa y variada, o contrastes agradables entre suelo y vegetación.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contrastes, colores apagados.
Fondo Escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto.	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto.
Rareza	Único o poco común, o muy raro en la región, posibilidad real de contemplar fauna y	Característico, aunque similar a otros en la región.	Bastante común en la región.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

	vegetación de manera excepcional.		
Actividades Humanas	Libre de actividades estéticamente indeseadas con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual.	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en una totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.

Los valores obtenidos se clasifican en tres clases; alta, media y baja de acuerdo a los siguientes criterios (tabla IV.160).

Tabla IV.160. Clasificación de Calidad Visual del Paisaje.

SENSIBILIDAD	CRITERIO	VALOR NÚMÉRICO
Alta	Mantienen sus caracteres originales y prevalece una estabilidad equilibrio entre los subsistemas abiótico, biótico y antrópico, tienen alta capacidad de resiliencia y muy bajo nivel de deterioro. Existen procesos edafogénicos y recolonización vegetal que garantizan el mantenimiento de la riqueza y el equilibrio de sus paisajes. Con aprovechamientos del potencial natural, sin afectar la regeneración natural.	19 - 33
Media	Presenta una situación de estabilidad favorable, aunque puede ser frágil debido a acciones antrópicas sobre los componentes bióticos que han simplificado el sistema, incrementando su sensibilidad a impactos externos. No obstante, la baja incidencia e intensidad no compromete el equilibrio alcanzado, de tal forma que los escasos desajustes espaciales y temporales del potencial ecológico pueden ser restaurados.	12 – 18
Baja	Presenta diversas situaciones de deterioro en distinto grado y manifiesta una sensible inestabilidad, la posibilidad de	0 - 11

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

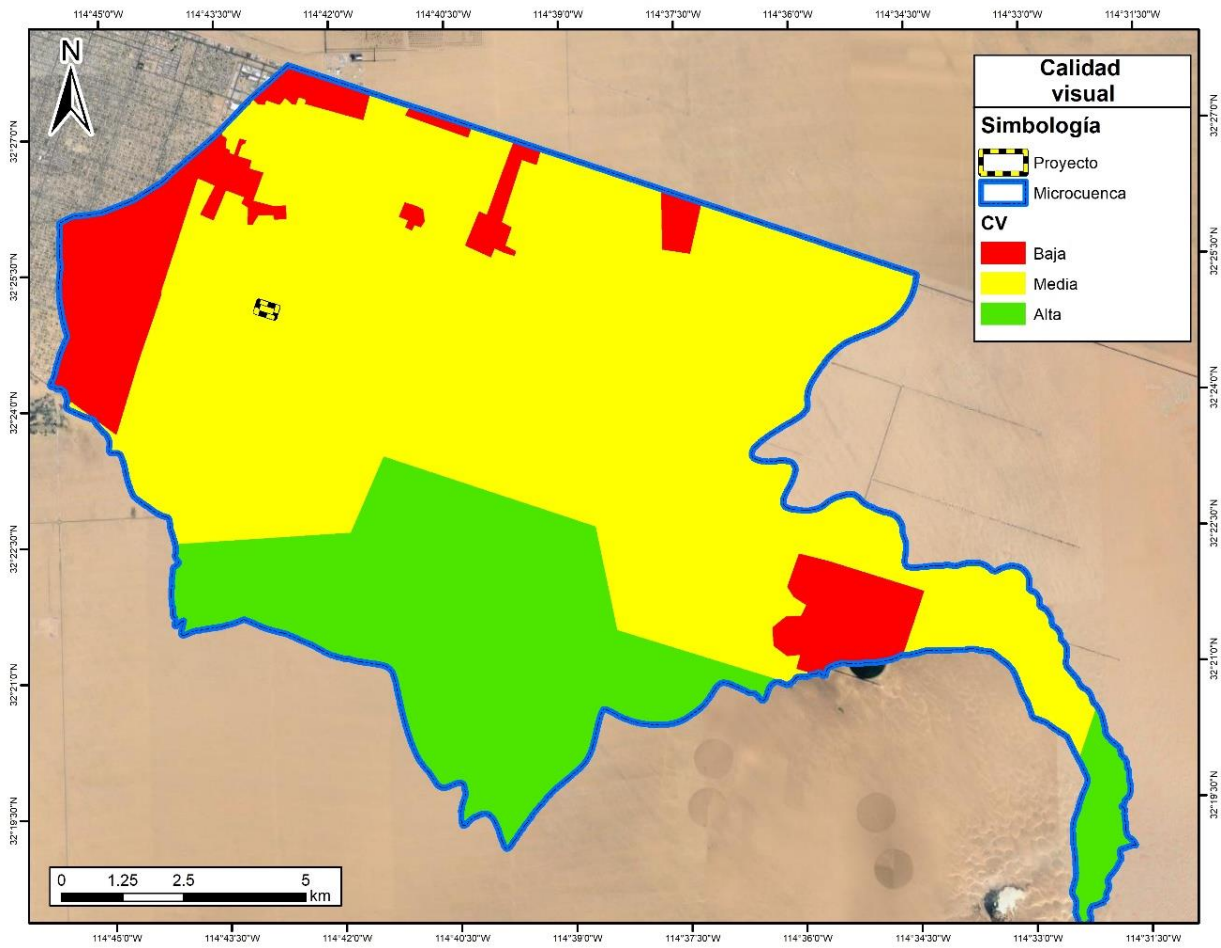
	recuperación de un paisaje degradado depende de su nivel de deterioro.	
--	--	--

Las clases de calidad visual determinadas dentro del proyecto se muestran en la tabla IV.161, y como se puede observar el 100% del proyecto se encuentra en la clase media la cual se localiza en un sistema de topografía de *lomerío típico* y con un tipo de uso de suelo urbano donde la calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en una totalidad, como puede observarse en el mapa IV.41.

Tabla IV.161. Clases de la calidad visual.

VALOR	CLASE	ÁREA (HA)	%
1	Baja	1,924.15	10.65
2	Media	11,818.16	65.40
3	Alta	4,329.12	23.96
TOTAL		18,071.42	100.00

Particularmente para el área total del proyecto, la calidad visual del paisaje se circunscribe en su dentro de la clase media, esto debido principalmente a los elementos de color, fondo escénico, rareza y actividad humana. En el mapa IV.46 se muestra la distribución de las tres clases de calidad visual del paisaje que fueron determinada dentro del sistema ambiental o cuenca.



Mapa IV.41. Calidad visual del paisaje

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

4.10.3. Capacidad De Absorción Visual (CAV) En La Cuenca O Sistema Ambiental

La capacidad de absorción visual es la capacidad que tiene un paisaje para acoger actuaciones propuestas sin que se produzcan variaciones en su carácter visual, lo que centra la atención. Esta variable es lo opuesto al concepto de “fragilidad visual”, que es la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se hace un uso de éste, en otras palabras, expresa el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones.

De acuerdo a lo anterior, a mayor capacidad de absorción visual corresponde menor fragilidad o vulnerabilidad visual.

Su valoración se realiza también a través de factores biofísicos ponderados individualmente. Son varios los elementos que intervienen en la CAV del paisaje, como son: las características ambientales de la cuenca que aumentan o disminuyen su capacidad de absorción visual, y que depende de factores como altura de la vegetación y características tipográficas como la pendiente, orientación y susceptibilidad a la erosión. Otros parámetros utilizados son la diversidad de la vegetación y el grado de actuación humana presente en el paisaje.

La evaluación de la calidad de absorción visual de cada una de las unidades de paisaje se aplicó la siguiente fórmula, la expresión se desarrolla en un sistema de información geográfica, utilizando el software Arc, Gis 10.1. La siguiente expresión es que la se empleó para evaluar la capacidad de absorción visual del paisaje dentro de la cuenca y el área del proyecto.

$$CAV = P \times \Sigma (E, R, D, C, AH)$$

Dónde:

P = Pendiente

E = Erosionabilidad y estabilidad de suelo

R = Potencial estético

D = Diversidad de la vegetación

C = Color

AH = Actuación humana

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

Para evaluar cada componente de la CAV se siguieron los criterios establecidos en la tabla IV.162, en el caso factor pendiente se realizó la reclasificación del mapa, estableciendo tres clases de pendientes, el factor de estabilidad del suelo y erosionabilidad del suelo se evaluó utilizando la capa de erosión hídrica del suelo, los demás elementos fueron evaluados tomando en cuenta el uso de suelo, el sistema de topofomas y tipos de suelo presentes en cada unidad de paisaje.

Tabla IV.162. Factores Considerados en la Estimación de la Capacidad de Absorción Visual del Paisaje.

FACTOR	CONDICIONES	PUNTAJES	
		NOMINAL	NUMÉRICO
Pendiente (P)	Inclinado > 27°	Bajo	1
	Inclinación suave 13°– 27°	Moderado	2
	Poco inclinado < 13°	Alto	3
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgos altos de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial.	Bajo	1
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial.	Moderado	2
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial.	Alto	3
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Bajo	1
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Alto	3
Diversidad de vegetación (D)	Eriales, prados y matorrales	Bajo	1
	Coníferas, repoblaciones	Moderado	2

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

	Diversificada (mezcla de claros y bosques)	Alto	3
Actividad humana (AH)	Fuerte presencia antrópica	Bajo	1
	Presencia moderada	Moderado	2
	Casi imperceptible	Alto	3
Contrastes de color (C)	Elementos de bajo contraste	Bajo	1
	Contraste visual moderado	Moderado	2
	Contraste visual alto	Alto	3

Una vez desarrollada la expresión de la CAV los valores numéricos obtenidos se agrupan en tres categorías; alta, media y baja (tabla IV.163).

Tabla IV.163. Clases de Capacidad de Absorción Visual.

CATEGORÍA	VALOR NUMÉRICO
BAJA = < 10	1
MEDIA = 11 - 20	2

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

ALTA = > 21	3
-------------	---

En la tabla IV.164 se presentan las clases de capacidad de absorción visual presentes en proyecto. Como se observa solo existe la clase *alta* (mapa IV.42), debido a que en esta clase dominan pendientes menores de 5°, y principalmente porque el nivel de erosión es *bajo* lo que hace que el paisaje sea menos vulnerable a la fragilidad, además de que los elementos de potencial estético, diversidad de vegetación y contrastes de color tuvieron valores altos en la evaluación de la capacidad de absorción visual, a pesar de que es en esta clase se encuentran las superficies agrícolas y urbanas el paisaje aun no presenta alguna variación en su carácter visual.

Tabla IV.164. Clases de Capacidad de Absorción Visual.

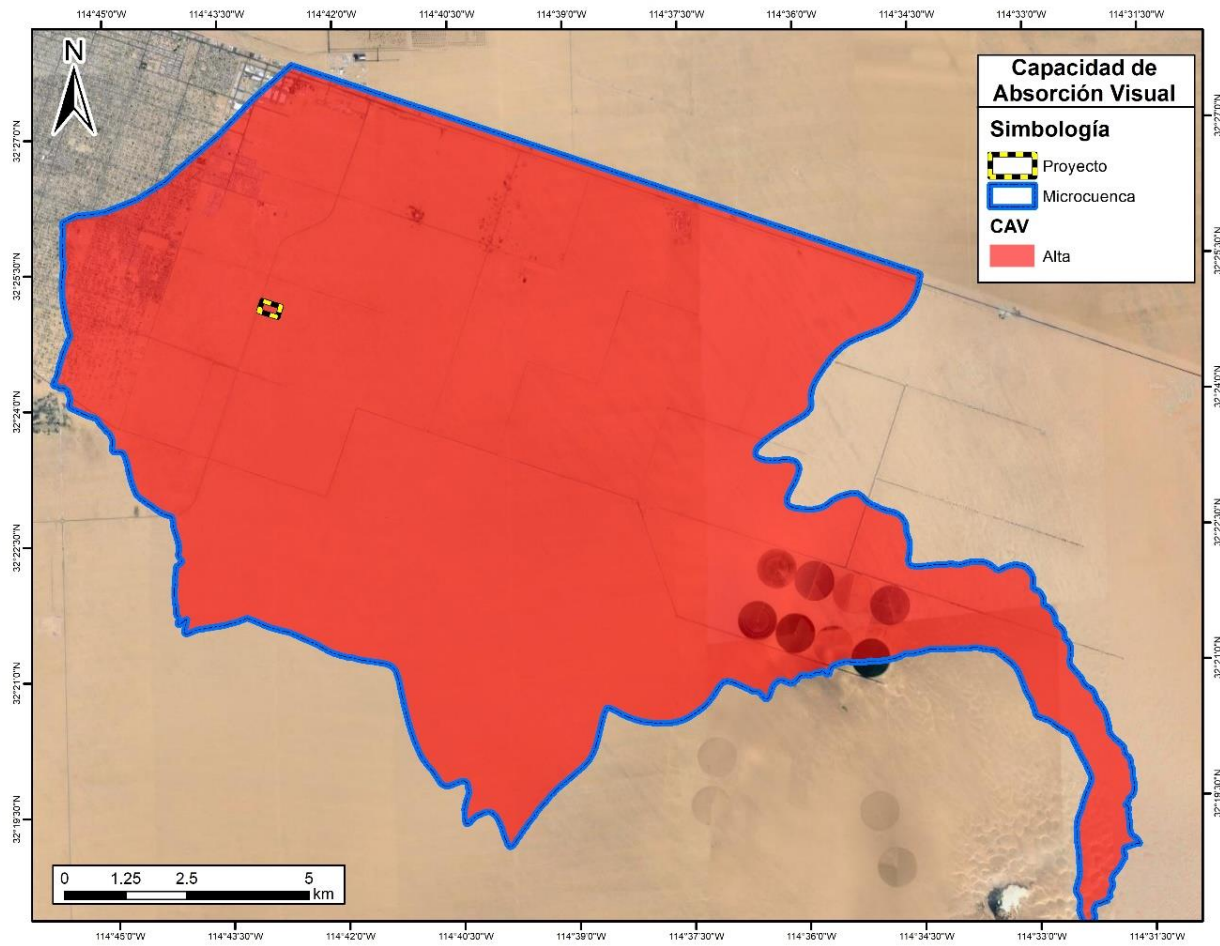
CLASE	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
Baja	--	--
Media	--	--
Alta	18,071.42	100
TOTAL	18,071.42	100

De acuerdo al mapa IV.42 la capacidad de absorción visual dentro del área total de proyecto pertenece a la clase alta, esto debido principalmente a que las características de la pendiente, el potencial estético, la diversidad de la vegetación y el color tuvieron valores elevados de acuerdo a los criterios establecidos para la determinación del atractivo visual del paisaje.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial



Mapa IV.42. Capacidad de absorción visual

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

4.10.4. Grado De Visibilidad En La Cuenca O Sistema Ambiental

Para fines del estudio, la visibilidad es el espacio geográfico desde donde puede ser visto un proyecto o actuación humana, en otras palabras, su incidencia visual, que depende de la conformación del terreno, de propiedades de la vegetación y de las dimensiones propias del proyecto en particular.

Para el caso de este proyecto la determinación del grado de visibilidad se realizó primeramente haciendo una evaluación de cada una de las unidades de uso de suelo y vegetación que conforman el sistema ambiental, los valores que se utilizaron en la evaluación fueron el 1, 2 y 3 con clases de visible, poco visible y no visible respectivamente, considerando para cada unidad las propiedades de la vegetación, la conformación del terreno y la pendiente.

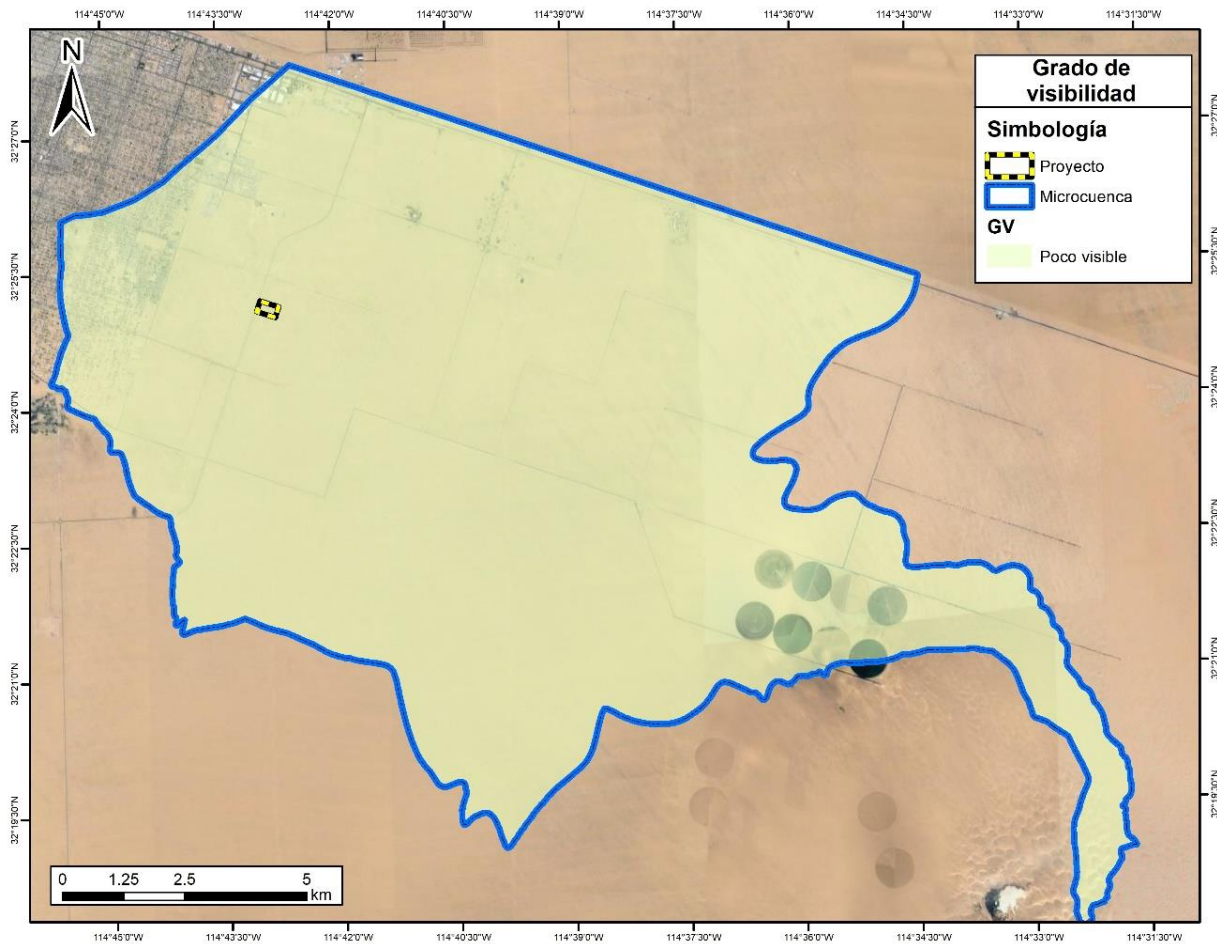
Después de esto se procedió a realizar la unión y la suma de los valores de la evaluación de la pendiente con las unidades de uso de suelo y vegetación, a este resultado se le aplicó una reclasificación donde se establecieron dos clases de grado de visibilidad del paisaje los cuales se concentran en la siguiente tabla IV.165.

Tabla IV.165. Grado de Visibilidad en la cuenca o sistema ambiental.

VALOR	CLASE	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
2	Poco Visible	18,071.42	100
1	Visible	--	--
TOTAL		18,071.42	100.00

Como se pudo observar el 100% de la superficie es poco *visible*, esto se le atribuye a que las pendientes dominantes son menores al 5° en las cuales se pueden encontrar sólo dunas de vegetación.

El grado de visibilidad dentro del área total del proyecto es dominada por la clase poco visible. La distribución de la visibilidad del paisaje en el área de estudio se aprecia en el mapa IV.43.



Mapa IV.43. Grado de visibilidad del paisaje

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B-REGIONAL

Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial

4.10.5. Calidad Visual Vulnerable En La Cuenca O Sistema Ambiental

Para evaluar la sensibilidad al deterioro del paisaje del área de estudio, se utilizó el índice de Calidad Visual Vulnerable (CVV) en función de los atributos del paisaje antes expuestos (Calidad visual, Capacidad de absorción visual y Visibilidad) de la siguiente manera:

$$CVV = CV + CAV + V$$

Dónde:

CVV = Calidad Visual Vulnerable

CAV = Capacidad de Absorción Visual

CV = Calidad Visual

V = Visibilidad

Aplicada la expresión anterior, se obtuvo la CVV para la cuenca o sistema ambiental y se calificó cada una de ellas con los rangos de clase que se presentan en la tabla IV.166.

Tabla IV.166. Clases de Calidad Visual Vulnerable.

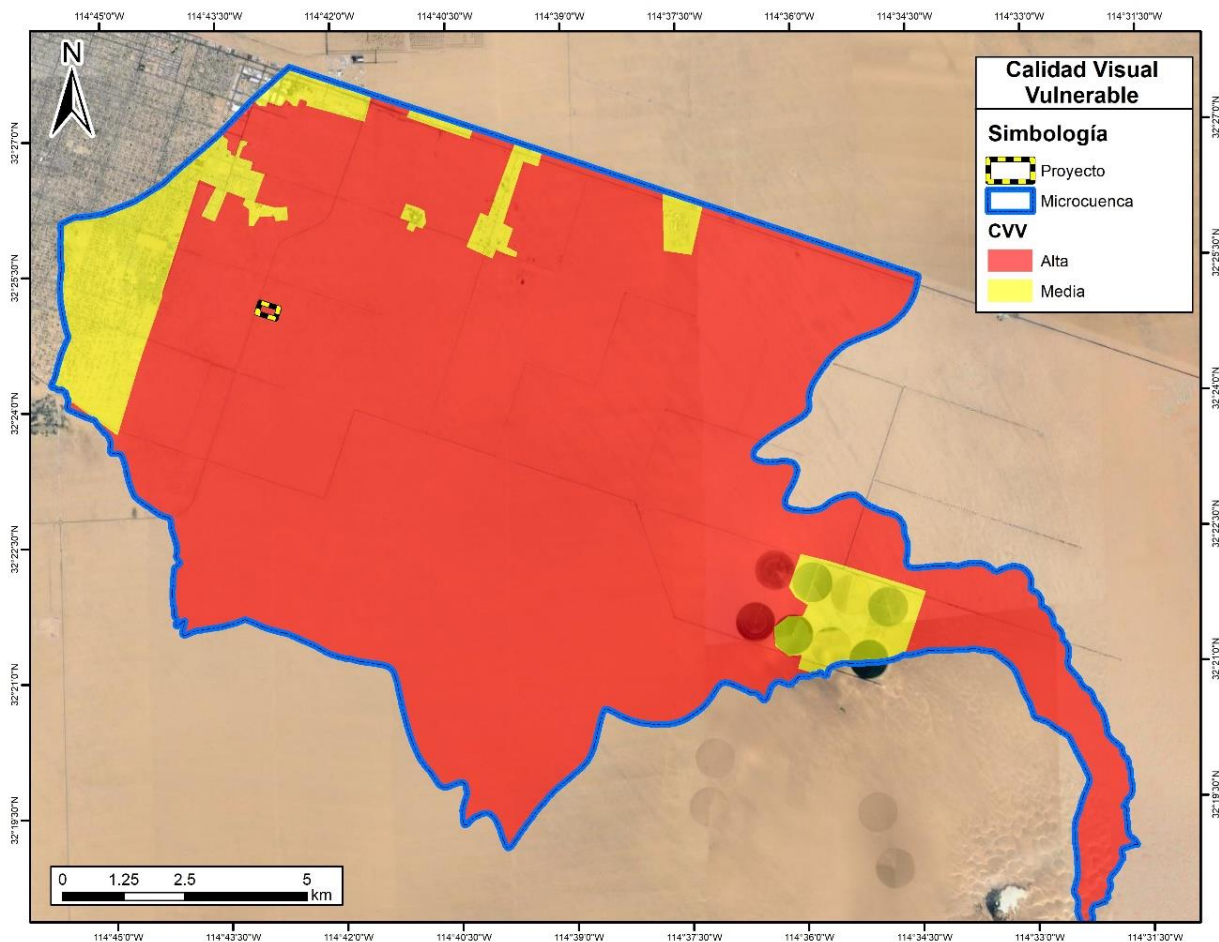
CVV	VALOR	CLASES
1 – 3	1	Baja
4 – 6	2	Media
7 - 9	3	Alta

Los resultados obtenidos indican que la clase media es la que abarca la mayor superficie (tabla IV.167).

Tabla IV.167. Distribución de la Calidad Visual Vulnerable presente en la cuenca o sistema ambiental.

VALOR	CLASE	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
1	Media	1,924.15	10.65
2	Alta	16,147.28	89.35
TOTAL		18,071.42	100.00

La calidad visual vulnerable alta se distribuye casi en toda la superficie del proyecto (89.35%), tomando en cuenta el mapa IV.44 la calidad visual vulnerable dentro del área total del proyecto abarca la clase *alta*.



Mapa IV.44. Calidad visual vulnerable

4.11. Servicios Ambientales Que Pudieran Ponerse En Riesgo Por El Cambio De Uso De Suelo Propuesto.

Los servicios ambientales se pueden definir como el conjunto de condiciones y proceso naturales (incluyendo especies y genes) que la sociedad puede utilizar y que ofrecen las áreas naturales por su simple existencia. Dentro de este conglomerado de servicios se pueden señalar la biodiversidad, el mantenimiento de germoplasma con uso potencial para el beneficio humano, el mantenimiento de valores estéticos y filosóficos, la estabilidad climática, la contribución a ciclos básicos (agua, carbono y otros nutrientes) y la conservación de suelos, entre otros. Para el caso particular de recursos forestales, la producción de tales servicios está determinada por las características de las áreas naturales y su entorno socioeconómico.

De acuerdo a Burstein se define a los servicios ambientales como las funciones de los ecosistemas; es decir, todo aquel conjunto de condiciones y procesos ecológicos (incluidas las especies y los genes) que la sociedad puede utilizar y que ofrecen las áreas naturales por su sola existencia (Burstein et al. 2002).

Por otro lado, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (DOF, 2018) en su artículo 7, fracción XLVI, define a los servicios ambientales como los beneficios que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo forestal sustentable, que pueden ser servicios de provisión, de regulación, de soporte o culturales, y que son necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y que proporcionan beneficios al ser humano.

Como es bien sabido, la actividad económica no reconoce de manera explícita el valor de uso de los recursos biológicos y de los servicios que proveen, provocando frecuentemente el agotamiento, la degradación y la cancelación de los usos presentes y futuros de dichos recursos.

Es por ello que el ejercicio de la valoración de los recursos naturales y la biodiversidad no puede abarcar a todo recurso y a todo posible uso. Sin embargo, debe poder abarcar los ecosistemas más importantes y las especies críticas que éstos poseen, para la conservación del recurso y sus usos sostenibles. Hay que hacer notar que el instrumento de valoración económica de los recursos biológicos forestales presenta aún diversos problemas en su desarrollo conceptual y metodológico, por lo que algunos autores dudan de su efectividad y utilidad.

Para la valoración económica de los recursos biológicos forestales, generalmente se ha aceptado una clasificación de acuerdo con el beneficio que aportan a la sociedad. Existen algunas variantes

de esta clasificación, pero todas introducen el valor de uso de los recursos naturales y la biodiversidad. Los valores de uso a su vez se dividen en valor de uso directo, de uso indirecto y valor de opción. El valor de uso directo es el más accesible en su concepción, debido a que se reconoce de manera inmediata a través del consumo del recurso biológico (alimentos, producción de madera; la explotación pesquera; la obtención de carne, pieles y otros productos animales y vegetales; la recolección de leña, y el pastoreo del ganado, entre otras) o de su recepción por los individuos (ecoturismo, actividades recreativas).

El valor de uso indirecto se refiere a los beneficios que recibe la sociedad a través de los servicios ambientales de los ecosistemas y de las funciones del hábitat. Algunos ejemplos son los servicios proporcionados por los bosques como la protección contra la erosión, la regeneración de suelos, la recarga de acuíferos, el control de inundaciones, el ciclaje de nutrientes, la protección de costas, la captación y el almacenamiento de carbono, el autosostenimiento del sistema biológico, entre otros.

Los servicios ambientales que brindan los ecosistemas de acuerdo al tipo de beneficio, pueden clasificarse de la siguiente manera:

Servicios de soporte. Aquellos servicios necesarios para la producción de los demás servicios ambientales, como la formación de suelo (su conservación y fertilidad), ciclos biogeoquímicos (p.e. nitrógeno, fósforo, etc.), ciclo hidrológico (desplazamiento y distribución del agua en el espacio y el tiempo y entre sus fases líquida, gaseosa y sólida) y la producción primaria (fotosíntesis, químico síntesis).

Servicios de regulación. Los beneficios obtenidos de la regulación de los procesos de los ecosistemas, entre ellos se encuentran la regulación del clima, el control de enfermedades, calidad del aire, control de la erosión de los suelos, captura de carbono, traslocación y sedimentación y regulación del agua y riesgos naturales (como huracanes). Conservación de la biodiversidad, provisión y limpieza del agua y banco genético.

Servicios de suministro. Se trata de los productos obtenidos de los ecosistemas (alimento, agua, combustible, fibras y recursos genéticos).

Servicios culturales. Son aquellos beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas (educativos, recreación y ecoturismo, estéticos, espirituales y religiosos).

Para determinar cuáles servicios ambientales podrían impactarse por la construcción del proyecto en mención se tomarán en consideración los servicios ambientales señalados en el Artículo 7 Fracción LXI de la LGDFS. Para los cuales se realiza primeramente la identificación, luego su cuantificación para finalmente realizar una valoración económica de los mismos.

4.11.1. Identificación De Los Servicios Ambientales

De acuerdo al cambio de uso de suelo que se le pretende dar a la zona de la obra del Proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial, proyectada en el municipio de San Luis Río Colorado del estado de Sonora, incluyendo las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Del total de la superficie del Proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial equivale a 9.00 ha, la cual tendrá una superficie forestal del 100% de vegetación de desiertos arenosos que requiere autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terreno Forestal (CUSTF).

A continuación, se presenta una tabla en donde se identifican los servicios ambientales que se verán impactados por la implementación de dicho proyecto.

Tabla IV.168. Identificación de los servicios ambientales

Servicios ambientales del artículo 7 fracción LXI de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	Afectación con el cambio de uso de suelo de la obra del proyecto
La provisión del agua en calidad y cantidad	Si
La captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales	Si
La generación de oxígeno	Si
El amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales	No
La modulación o regulación climática	No
La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida	Si
La protección y recuperación de suelos	Si
El paisaje y la recreación	Si

De la tabla anterior se observa que el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales y la modulación o regulación climática fueron los dos servicios ambientales que por tratarse de una Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial, no se ven afectados en gran medida, razón por la cual no se cuantifican. Pues el proyecto se ubica en una zona en donde las condiciones físicas y ubicación geográfica no favorecen la probabilidad de los fenómenos naturales como Huracanes y tormentas tropicales. Por tratarse de una pequeña área en relación a las unidades de análisis (cuenca), aunado a las características ecológicas del ecosistema afectado donde la presencia de un estrato arbóreo y arbustivo definido y las condiciones físicas extremas (temperatura, precipitación, evapotranspiración, etc.), que está sujeta a cambio de uso de suelo; el servicio ambiental referido a la modulación o regulación climática no se verá afectado con la remoción de la vegetación forestal.

4.11.2. Cuantificación de los servicios ambientales

Provisión del agua en calidad y cantidad

Provisión del agua en calidad

La calidad del agua se mide mediante sus características físicas, químicas y biológicas. Estas características se ven influenciadas por factores que interaccionan directamente con los cuerpos superficiales y subterráneos durante la intercepción, escorrentía o almacenamiento. La cubierta presente sobre el suelo juega un papel importante en la determinación de la calidad del agua, asimismo un área con cubierta forestal presentará agua de mejor calidad que un área urbana.

Para determinar el grado de afectación de la calidad del agua en una zona específica, sería necesario la toma de parámetros fisicoquímicos y biológicos antes de la ejecución del proyecto en estudio y posterior a este; es decir, conocer los valores de ICA (Índice de Calidad del Agua), donde mediante una expresión matemática los parámetros valorados permiten evaluar el recurso hídrico.

Por las características y naturaleza del área de proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial se señala que durante el proceso de CUSTF no se emplearán sustancias químicas tóxicas en ninguna actividad que comprometa los estados físicos, químicos o biológicos que exhibe actualmente el agua. Asimismo, no se colocarán estructuras de obra dentro de los cuerpos de agua o en la ribera de estos, no se removerá la vegetación próxima a los cauces, se mantendrá en estricta vigilancia, el manejo adecuado de los residuos sólidos que se generen en los diferentes frentes de trabajo; para evitar que estos pudieran depositarse sobre las barrancas o en los cuerpos de agua o corrientes intermitentes.

Por tal motivo, se argumenta que el desarrollo del proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial, No modificará las características fisicoquímicas y biológicas de las corrientes superficiales; es decir, no se compromete la calidad del agua, ni se modifica el cauce natural de las corrientes superficiales, teniendo un grado de afectación nulo a este servicio ambiental.

Provisión del agua en cantidad

En México existen pocos trabajos sobre estimaciones de captura de agua en terrenos forestales. Dentro de las investigaciones pioneras se encuentran los citados por Martínez y Fernández (1983) y todo el conjunto de modelos de escurrimiento a partir del modelo lluvia-escurrimiento desarrollado por el CENAPRED (Domínguez et al. 1994; Torres y Guevara, 2003).

Debido a la poca información con que se cuenta y la complejidad de los métodos citados en el párrafo anterior, se optó por seguir el método de la NOM-011-CNA-2000 (CNA, 2001). Este método utiliza el coeficiente de escurrimiento para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. La captura de agua o desempeño hidráulico es el servicio ambiental que producen las áreas arboladas al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia precipitada, propiciando la infiltración de agua que alimenta los mantos acuíferos y la prolongación del ciclo del agua (Torres Rojo y Guevara Sanguinés, 2002).

El potencial de infiltración de agua de un área arbolada depende de factores como la cantidad y distribución de la precipitación, tipo de suelo, características del mantillo, tipo de vegetación y geomorfología del área, entre otros (Torres Rojo y Guevara Sanguinés, 2002). La estimación de volúmenes de infiltración de agua en áreas forestales que a continuación se presenta, se desarrolló siguiendo el modelo de escurrimiento general a través de la estimación de coeficientes de escurrimiento (IMTA, 1999). La metodología desarrollada se cita en la parte inferior a este párrafo, está acorde a lo señalado en la NOM-011-CNA-2000 y en el Apéndice normativo A.

Para la determinación del volumen de escurrimiento, coeficiente de escurrimiento y de infiltración se utilizó la metodología que fue desarrollada conforme a lo señalado en la NOM-011-CNA-2000 y Apéndice normativo A. La estimación del coeficiente de escurrimiento se realizó en función del tipo y uso del suelo, así como del volumen de precipitación de la región donde se ubican las áreas de Proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial.

VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO (CALCULO):

$$V_e = (P) (A_t) (C_e)$$

Donde:

V_e = Volumen medio anual de escurrimiento (m³)

P = Precipitación anual en m³

C_e = Coeficiente de escurrimiento anual

A_t = Área total sujeta a cambio de uso de suelo en m²

Coeficiente de escurrimiento anual (Calculo):

Debido a la poca información con que se cuenta y la complejidad de los métodos citados en el párrafo anterior, se optó por seguir el método de la NOM-011-CNA-2000 (CNA, 2001). Este método utiliza el coeficiente de escurrimiento para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. El cual es:

$C_e = K (P-250)/2000$ cuando K es igual o menor a 0,15 y

$C_e = K (P-250)/2000 + (K-0,15)/1,5$ cuando K es mayor que 0,15

Donde:

C_e = Coeficiente de escurrimiento para diferentes superficies

P = Precipitación media anual

K = Factor que depende de la cobertura arbolada y del tipo de suelo, información que se presenta en la tabla IV.169.

Tabla IV.169. Valores K en función del tipo y uso de suelo

USO DEL SUELO	TIPO DE SUELO		
	A*	B**	C***
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.30
Cultivos			
En Hilera	0.24	0.27	0.30
Legumbres o rotación de pradera	0.24	0,27	0.30
Granos pequeños	0.24	0,27	0.30
Pastizal			
Porcentaje del suelo cubierto o pastoreo			
Más de 75 % - Poco -	0.14	0.20	0.28
De 50 al 75 % - Regular -	0.20	0.24	0.30
Menos de 50 % - Excesivo	0.24	0.28	0.30
Bosque			
Cubierto más de 75 %	0.07	0.16	0.24
Cubierto de 50 al 75 %	0.12	0.22	0.26
Cubierto de 25 al 50 %	0.17	0.26	0.28
Cubierto menos de 25 %	0.22	0.28	0.30
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Caminos	0.27	0.30	0.33
Pradera permanente	0.18	0.24	0.30

Fuente: CNA, 2001

* Suelos permeables (arenas profundas y loes poco compactos), ** Suelos medianamente permeables (arenas de mediana profundidad, loes y migajón). ***

Suelos casi impermeables (arenas o loes delgados sobre capa impermeable, arcillas).

Por otro lado el volumen de escurrimiento anual, se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Vol. Esc. Anual (VE)} = Pa * At * Ce$$

Donde:

Pa= Precipitación media anual en m

At= Área total en m²

Ce= Coeficiente de escurrimiento

Vol. Esc. Anual= Volumen medio anual de agua superficial que se capta por la red de drenaje natural de la propia subcuenca hidrológica en metros cúbicos (m³).

Para la estimación de esta variable, se tomó el valor de precipitación media anual para lo cual en el área del predio sujeto al CUSTF, reporta una precipitación media anual de 84.8 mm, de acuerdo con datos de las normales climatológicas publicadas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CNA), para la estación 00026087 San Luis Río Colorado (GDE).

Los resultados obtenidos del volumen medio anual de agua capturado por tipo de vegetación se aprecian en la tabla IV.170.

Tabla IV.170. Cálculo de escurrimiento anual por tipo de vegetación

Escenario 1 (condición actual sin proyecto):

Predios de CUSTF del Proyecto

Tipo de Vegetación y/o Uso de suelo	Superficie (m ²)	Tipo de Suelo	Factor K	Ce	Vol. Esc. Anual (m ³)
Vegetación de desiertos arenosos	90,000.00	A	0.22	0.0285	217.512
TOTAL	90,000.00				217.512

Tabla IV.171. Escenario 2 (posterior a la ejecución del CUSTF (con la construcción del proyecto) (desmonte a matarrasa y despalme del predio):

Predios de CUSTF del Proyecto

Tipo de Vegetación y/o Uso de suelo	Superficie (m ²)	Tipo de Suelo	Factor K	Ce	Vol. Esc. Anual (m ³)
Vegetación de desiertos arenosos	90,000.00	A	0.27	0.0577	440.366
TOTAL	90,000.00				440.366

K = Camino de terracería

Análisis de captación y afectación a las corrientes de agua intermitentes (escurrimientos pluviales) en el área de CUSTF, haciendo su análisis de escurrimiento de agua antes y después de la construcción del proyecto. Asimismo, las respectivas medidas de mitigación acordes a la situación que presenta el factor agua en el área, garantiza el no deterioro o la disminución en su captación.

Los argumentos que dan atención a este precepto de atención se presentan a continuación:

No se disminuye la captación de agua

Para determinar que no se disminuye la captación del agua con la implementación las del Proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial, fue necesario determinar dos escenarios:

1. Cantidad de agua que actualmente escurre (sin proyecto).
2. Cantidad de agua que escurrirá posterior a la ejecución del CUSTF (con la construcción del proyecto).

Resultado del Escurrimiento:

Escenario 1. Cantidad de agua total de escurrimiento actual (sin proyecto):

$Q = 217.512 \text{ m}^3/\text{año}$ (del ecosistema afectado con el CUSTF)

Escenario 2. Cantidad de agua total de escurrimiento posterior a la ejecución del CUSTF (con la construcción del proyecto) (desmonte a matarrasa y despalme del área total del predio):

$Q = 440.366 \text{ m}^3/\text{año}$ (del ecosistema afectado con el CUSTF)

Al realizar el comparativo entre lo que actualmente se escurre (sin proyecto) en el predio y posterior al CUSTF (con la construcción del proyecto) se aprecia una diferencia de $222.854 \text{ m}^3/\text{año}$, este es el volumen que se deberá atenuar con la implementación de las medidas de mitigación propuestas. Con base a lo anterior como medida de mitigación se establece la construcción de 30 obras de control de escurrimientos (24 fajas o cordones con geocostalesa de arena y las 06 zanjas bordo) para el proyecto en estudio siguiendo las curvas a nivel. Estos se establecerán en un predio a un costado y dentro de donde se efectuará el CUSTF, propuestas para la obra del proyecto (ver anexo IX.3.H del DTU).

INFILTRACIÓN:

Con la finalidad de demostrar la tercera hipótesis normativa establecida en el artículo 93 de la LGDFS, referente a que con el cambio de uso de suelo no se provocará el deterioro de la calidad del agua y la disminución en la captación, se recurrió a revisar y utilizar diversas metodologías que permitieran desarrollar un balance hídrico. El cual se basa en las entradas y salidas al sistema hídrico, estos métodos establecen como entrada de agua al sistema la lluvia y las salidas en evapotranspiración y escurrimiento. Por lo que la diferencia entre la evapotranspiración y el escurrimiento en la precipitación, es igual a la infiltración que se tiene en la zona. Sin embargo, dadas las características del área sujeta a cambio de uso de suelo y en general de la zona en donde se encuentra inmerso las obras del proyecto en estudio, se determinó lo siguiente:

Cantidad de agua que se infiltra actualmente (sin proyecto) (Escenario 1).

Retomando los valores propuestos por la ONU, tenemos que posterior a la implementación de la obra de conservación, las variables tomarán los siguientes valores para cada tipo de vegetación, (tabla IV.172):

Tabla IV.172. Caracterización del escenario 1.

Tipo de vegetación	Kfc	Kp	Kv	C
Vegetación de desiertos arenosos	0.20 (suelo regosol calcárico (Rc) y una textura gruesa)	0.15 (se tomó este valor debido a que la mayor parte del predio en estudio presentan pendientes de 1 a 15%)	0.20 (matorral)	0.55

Tenemos que la precipitación, es una constante por lo que la infiltración quedaría determinada por la expresión:

$$I = (0.88)CP$$

Para la estimación de esta variable, se tomó el valor de precipitación media anual para lo cual en el área del predio sujeto al CUSTF, reporta una precipitación media anual de 84.8 mm, de acuerdo con datos de las normales climatológicas publicadas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CNA), para la estación 00026087 San Luis Río Colorado (GDE), para el periodo 1951-2010.

Tabla IV.173. Cálculo del escenario 1.

Tipo de vegetación	Agua potencialmente se infiltraría en el área sujeta a CUSTF EN CONDICIONES ACTUALES (I)/ha	Superficie del proyecto que requiere CUSTF m2	Cantidad de agua que potencialmente se infiltra en la superficie para la cual se solicita el CUSTF m3	Expresado en m3/ha/año
Vegetación de desiertos arenosos	$I = (0.88) * 0.55 * 84.8 \text{ mm}$ $= 41.043 \text{ mm}$	90000.00	3,693,888.00	3,693.89

B) Infiltración con la construcción del proyecto (Escenario 2).

Las variables tomarían los siguientes valores:

Tabla IV.174. Caracterización del escenario 2.

Tipo de vegetación	Kfc	Kp	Kv	C
Vegetación de desiertos arenosos	0.20 (suelo regosol calcárico (Rc) y una textura gruesa)	0.15 (se tomó este valor debido a que la mayor parte del predio en estudio presentan pendientes de 1 a 15%)	0.00 (Desprovisto de vegetación)	0.35

Tenemos que la precipitación es una constante por lo que la infiltración quedaría determinada por la expresión:

$$I = (0.88)CP$$

Para la estimación de esta variable, se tomó el valor de precipitación media anual para lo cual en el área del predio sujeto al CUSTF, reporta una precipitación media anual de 84.8 mm, de acuerdo con datos de las normales climatológicas publicadas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CNA), para la estación 00026087 San Luis Río Colorado (GDE), para el periodo 1951-2010.

Tabla IV.175. Cálculo del escenario 2

Tipo de vegetación	Agua potencialmente se infiltraría en el área sujeta a CUSTF EN CONDICIONES ACTUALES (I)/ha	Superficie del proyecto que requiere CUSTF m ²	Cantidad de agua que potencialmente se infiltra en la superficie para la cual se solicita el CUSTF m ³	Expresado en m ³ /ha/año
Vegetación de desiertos arenosos	$I = (0.88) * 0.35 * 84.8 \text{ mm}$ = 26.118 mm	90000.00	2,350,656.00	2,350.66

Si comparamos la cantidad de agua que actualmente se infiltra en la superficie para la cual se solicita el CUSTF y la que se infiltraría una vez que se haya ejecutado el cambio de uso de suelo, notamos una disminución de:

Tabla IV.176. Comparativo del escenario 1 y 2.

Tipo de vegetación	Agua potencialmente se infiltraría en el área sujeta a CUSTF EN CONDICIONES ACTUALES (I)/ha	Superficie del proyecto que requiere CUSTF m ²	Cantidad de agua que potencialmente se infiltra en la superficie para la cual se solicita el CUSTF m ³
Vegetación de desiertos arenosos	3,693.89	2,350.66	1,343.23
Total	3,693.89	2,350.66	1,343.23

Al hacer la comparación de la infiltración después del CUSTF en el tipo de vegetación antes señalado, podemos notar que se reducirá 1,343.23 m³/año (3,693.89 – 2,350.66) de infiltración de agua en la superficie forestal del predio de la obra del proyecto en estudio, sujeta a CUSTF de la obra en estudio. Para el cual se deberán proponer medidas que lograrán mitigar la disminución de la infiltración ocasionada por la remoción de la vegetación, esto debido a la disminución de la cobertura de vegetación herbácea y pastos en la superficie con suelo retenido.

Infiltración con las obras de conservación de suelos y captación de agua e infiltración (Escenario 3).

Al realizar el comparativo entre lo que actualmente se infiltra (sin proyecto) en zona de análisis y posterior al CUSTF (con proyecto) se aprecia una diferencia de:

Tabla IV.177. Cálculo del escenario 3.

Tipo de vegetación	INFILTRACIÓN EN CONDICIONES ACTUALES m3/año	INFILTRACIÓN POSTERIOR A LA EJECUCIÓN DEL CUSTF m3/año	Volumen de infiltración que se reducirá con el CUSTF m3/año
Vegetación de desiertos arenosos	3,693.89	2,350.66	1,343.23

Al hacer la comparación de la infiltración después de la implementación de la obra de conservación de suelos con lo que se infiltraría con la posible ejecución del CUSTF (1,343.23 m³/año), este es el volumen que se deberá mitigar con la implementación de las medidas de mitigación propuestas.

En base a lo anterior como medida de mitigación principal del proyecto en estudio es la construcción de zanjas bordo de 20 m de largo, 0.5 m de ancho y 0.5 m de profundo (captaran 5 m³/año cada una) y el número de eventos de lluvia al año, para el periodo 1951-2010 son 11.90, de acuerdo con datos de las normales climatológicas publicadas por el servicio meteorológico nacional (SMN-CNA), para la estación meteorológica 00026087 San Luis Río Colorado (GDE).

Por lo que calculando la capacidad de campo del tipo de suelo y las condiciones topográficas del área propuesta para dichas obras de captación e infiltración, se estima colocar 2.0 zanjas bordo por hectárea como máximo.

Considerando que para esta zona de requieren 2.0 zanjas bordo por evento por hectárea y que hay 11.9 eventos de lluvia al año del área propuesta a realizar obras de infiltración, la cual se ubicará en el tramo de la estación meteorológica 00003143 Las Palmas, se calcula que una hectárea logrará captar o infiltrar:

$$\text{Vol} = \text{No zanjas/ha} \times \text{No eventos/año} \times \text{vol captado/zanjas} = \text{vol. Captación/año/ha}$$

$$\text{Vol} = 2.0 \times 11.9 \times 5.0$$

$$\text{Vol} = 119.0 \text{ m}^3/\text{año}/\text{ha}$$

Considerando al volumen actual que se infiltra para la CCI Parque Industrial = 3,693.89 m³/año, menos el volumen que se infiltrará posterior a la posible ejecución del CUSTF para la CCI Parque Industrial = 2,350.66 m³/año, resulta una demasía o diferencia de volumen de infiltración que se reducirá con el posible CUSTF m³/año de aproximadamente 1,343.23 m³/año, volumen que deberá ser mitigado al 100%.

Por lo que se requerirá una superficie de aproximadamente 3.0 ha, en las cuales se construirán 6.0 zanjas bordo la cuales lograran captar e infiltrar aproximadamente 19.40 m³/año por evento, que multiplicado por los 11.90 eventos al año, se logrará captar 1,385.16 m³/año en las 3.0 ha propuestas.

El cual se refleja en el escenario 3 en donde comparado con la condición posterior al posible CUSTF (con proyecto) habrá un incremento real y final de infiltración de 41.93 m³/año (1,343.23 – 1,385.16 m³/año), el cual es minimizado al 100% con estas obras de captación de agua e infiltración propuestas para este proyecto.

Por lo que se concluye que el desarrollo del proyecto, No disminuye la Captación del agua, siempre y cuando se establezcan de manera adecuada y oportuna las medidas propuestas.

Como se aprecia, el valor de la infiltración potencial con las obras de conservación es mayor incluso al actual, situación entendible pues es bien sabido que las áreas con vegetación herbácea con coberturas de hasta 100%, tienen una mayor capacidad de infiltración que las áreas boscosas, pues en las áreas con dominancia de cobertura arbustiva, al saturarse el estrato dominante, las gotas caen con fuerza al suelo hasta formar pequeños pero constantes hilos de agua que escurren aguas abajo.

En relación a la calidad del agua, los argumentos que muestran que no se compromete este atributo del recurso se sustentan en los siguientes hechos:

El desarrollo del proyecto no contempla dentro de su proceso constructivo el uso de sustancias químicas que pudieran en su caso, modificar las propiedades físico-químicas y biológicas del recurso.

No se plantea la construcción de estructuras de soporte sobre los afluentes ni cerca de las riberas de los mismos.

Se mantendrá un estricto programa de manejo de residuos sólidos a fin de evitar que la basura que se genere en los diferentes frentes de trabajo.

Tales consideraciones, garantizan la no modificación de la calidad del recurso hídrico en el área del proyecto. Bajo los argumentos anteriores, puede señalarse que el proyecto no causa el deterioro de la cantidad y calidad del agua.

Mecanismos Locales de Pago por Servicios Ambientales a través de Fondos Concurrentes (MLPSA). REGLAS de Operación del Programa Apoyos para el Desarrollo Forestal Sustentable 2021 (COMISIÓN NACIONAL FORESTAL).

Estimación económica del servicio ambiental “Hidrológico”

La valoración económica de este servicio ambiental como parte de los usos indirectos de los recursos biológicos forestales considera los montos asignados por la CONAFOR en las reglas de operación del Programa Nacional Forestal 2021 (publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2020) del pago de servicios ambientales. Tal valoración toma como base el precio medio es de \$ 1,100.0 pesos/ha/año-1, de esta forma, al considerar que la superficie del predio de CUSTF de la obra del proyecto es de 9.00 ha, se tiene para este servicio ambiental un monto de \$ 9,900.00 pesos M.N. al año. En el supuesto de que para obtener en la misma cantidad y calidad este servicio ambiental sería necesario un periodo de 20 años, el valor económico total sería de \$ 198,000.00 pesos M.N. (ciento noventa y ocho mil pesos 00/100 M.N.).

IV.1.2. Captura De Carbono, De Contaminantes Y Componentes Naturales

El Diccionario Enciclopédico Dominicano de Medio Ambiente define a la captura de carbono como “la extracción y almacenamiento de carbono atmosférico en forma de biomasa en los océanos, bosques o la tierra. También conocido como secuestro de carbono y fijación de carbono. Es considerado unos de los servicios ambientales de mayor importancia. Pues contribuye a mantener las temperaturas globales, así como la composición química del agua marina y de las zonas costeras”.

La energía solar, principal motor de la vida, mediante la fotosíntesis fija el carbono de la atmósfera en forma de madera, ramas, frutas y semillas. De esta forma, la captura de carbono consiste en el almacenamiento de carbono en suelos, bosques y otros tipos de vegetación, debido a que todas las

plantas absorben el bióxido de carbono y lo transforman en carbohidratos dentro de sus organismos. De ahí, la influencia del manejo de vegetación en este servicio ambiental.

Los bosques y selvas mediante los procesos fotosintéticos, de respiración y de degradación de materia, capturan, almacenan y liberan carbono. La intensidad está en función del manejo de la vegetación, así como de la edad, estructura y composición. La captura de carbono es un servicio ambiental que permite equilibrar la concentración de este elemento y de gases en la atmosfera que se producen por las emisiones que resultan de la actividad humana y que motivan el efecto invernadero (Torres y Guevara, 2005).

A propósito de tener una estimación sobre el potencial de captura de carbono en los ecosistemas de México, se han establecido los siguientes supuestos:

La estimación del carbono acumulado en bosques y selvas se ha basado en datos obtenidos de inventarios de árboles en pie, mantillo, biomasa muerta y biomasa en raíces y suelo (Husch, 2001).

La estimación de la biomasa se basa en la densidad de la vegetación y peso por especie. Por su parte, para la estimación de biomasa en raíces, requiere de muestreo por especie y tipo de suelo.

La estimación de carbono en suelos es más compleja, ya que está en función del tipo de suelo y sus características fisicoquímicas del mismo. Las técnicas más conocidas son muestras tubulares de suelos, calicatas o excavación (Husch, 2001).

Por lo anterior, el cálculo del carbono capturado en biomasa aérea (volumen de árbol en m³) por comunidad vegetal, está fundamentado en el principio metodológico propuesto por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, 1994; citado por Fragoso, 2003). En la tabla IV.163, se presenta la metodología así como los factores a considerar para la estimación de carbono en la superficie forestal a intervenir por la construcción de la obra.

Tabla IV.178. Metodología para estimar el carbono almacenado en superficies forestales

Columna	Concepto y/o descripción del proceso
1	Clasificación de la superficie total por comunidades vegetales
2	Estimación de la superficie total (ha) ocupada por comunidad vegetal
3	Cálculo del volumen en metros cúbicos rollo por hectárea, para cada comunidad vegetal (VTA)

4	Factor de densidad para coníferas 0.48 y 0.60 para latifoliadas (toneladas de materia seca / m3)
5	Factor de contenido de carbono 0.45 (toneladas de Carbono / toneladas de materia seca)
6	Cálculo de biomasa (tonelada de Carbono / ha), mediante la multiplicación de las Columnas 3, 4 y 5
7	Bs Factor de expansión correspondiente al crecimiento de raíces (1.3 toneladas de Carbono / ha)
8	Obtención de las toneladas de Carbono por hectárea, para cada comunidad vegetal, utilizando el Factor de expansión Bs, mediante la multiplicación de las Columnas 6 y 7.
9	Obtención de las toneladas de Carbono almacenadas en cada comunidad vegetal y para la superficie forestal considerada en el Proyecto multiplicando las Columnas 2 y 8

Fuente: Fragoso, 2003

Siguiendo el procedimiento anterior, a continuación se muestran los valores obtenidos para la vegetación presente en sitio donde se realizará el CUSTF, (tabla IV.164).

Tabla IV.179. Cuantificación del servicio ambiental: captura de carbono

Vegetación y/o uso de suelo (1)	Superficie (ha) (2)	Volumen (m3 VTA/ha) (3)	Densidad (tms/m3) (4)	Contenido de Carbono (tC/tms) (5)	Biomasa (tC/ha) (6)	Bs (tC/ha) (7)	Carbono almacenado (tC/ha) (8)	Carbono Total (tC/ha) (9)
Vegetación de desiertos arenosos	9.00	6.833	0.60	0.45	1.845	1.30	2.398	21.582
TOTAL	9.00	---	---	---	1.845	---	2.398	21.582

Con la aplicación de esta metodología se puede estimar que la vegetación del área que será intervenida por la construcción del proyecto en estudio, presenta un potencial de captura de carbono de 21.582 toneladas por las 9.0 hectárea de CUSTF.

Es necesario señalar que esta cifra no dejará de capturarse totalmente, pues un alto porcentaje se queda contenido en el suelo y en la materia vegetal que será removida y dispuesta en terrenos aledaños mediante la formación de cordones, para su incorporación paulatina al suelo.

Para hacer la determinación del grado de afectación a este servicio ambiental que generará el proyecto, es necesario conocer el valor de captura de carbono en este ecosistema (vegetación de desiertos arenosos) en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) en estudio. De acuerdo con estimaciones de hechas en este estudio se estima el potencial de captura de carbono en este ecosistema (vegetación de desiertos arenosos) de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado es de 2.398 toneladas por hectárea.

Por lo que para la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado cuenta con una superficie forestal de vegetación de desiertos arenosos de 16,152.03 ha, lo que se estima una captura de carbono de aproximadamente de 38,732.568 toneladas de Carbono al año, por lo que al hacer la relación con la cantidad de carbono que se almacena en los predios a CUSTF, al realizar el cambio de uso de suelo se estarán dejando de capturar 21.582 toneladas de CO₂, lo que representa el 0.0557% dentro de la unidad de análisis o cuenca hidrológica forestal.

De esta manera, podemos decir que el grado de afectación a este servicio ambiental es mínimo. Por tal razón podemos asegurar que este servicio ambiental No se Compromete.

Captura de contaminantes y componentes naturales

De acuerdo con el INE (2007), la calidad del aire es un elemento esencial para la salud y bienestar humano y de los ecosistemas. Diversos fenómenos naturales, tales como el vulcanismo y los incendios forestales o la erosión ocasionada por el viento, alteran dicha calidad al introducir un variado número de contaminantes. Pero la dimensión de esta contribución a la contaminación severa del aire que caracteriza, sobre todo, a las áreas urbanas altamente industrializadas y con una gran densidad vehicular, es menor en general comparada con la contribución de las actividades humanas, ya sean domésticas, industriales, agrícolas o de otra índole.

El servicio ambiental que prestan las zonas arboladas es la captura y absorción de estos contaminantes y partículas suspendidas como polvos a través del follaje. Para evaluar el grado de contaminación atmosférica, se han determinado escalas definidas a partir de los estándares internacionales establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), y de estudios toxicológicos, epidemiológicos y de experimentos controlados que se han realizado principalmente en el extranjero. Las concentraciones que se miden de los distintos contaminantes atmosféricos se expresan a través del Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA).

Como se menciona anteriormente, los contaminantes emitidos por fenómenos naturales y aquellos producidos por las actividades humanas son mayores en áreas urbanas y se miden a través del IMECA. Dado que el área sujeta a CUSTF se localiza fuera de zonas industriales y no se presentan problemas críticos con la calidad del aire y no se cuentan con estaciones de monitoreo en la región que permitan tener un parámetro de la calidad actual. Sin embargo, señalamos que, por la naturaleza de la obra, el proceso de extracción y aprovechamiento no es considerado una fuente de emisiones de partículas, que pudieran en su caso, modificar los componentes naturales o incrementar la concentración de contaminantes en la atmósfera. Por otra parte, al ubicarse la obra en una zona rural, la funcionalidad de la vegetación en cuanto a la captación de contaminantes es prácticamente imperceptible. De tal manera que se expresa que el desarrollo de la obra No compromete a este servicio ambiental.

Estimación económica del servicio ambiental “Captura de carbono”

No existe un valor o precio oficial por tonelada de CO₂ reducida o no emitida. Algunas instituciones multilaterales han definido algunos precios para proyectos de reducción de emisiones autofinanciados, de acuerdo con el INE (2010), el precio de la tonelada está sujeto a la relación de oferta y demanda de bonos en el mercado. Existen diferentes esquemas para el comercio de los bonos y diferentes sitios del mundo donde se pueden comprar y vender, por esta razón los precios por cada tonelada de CO₂ son muy variables; para tener una estimación del costo del valor que tiene el servicio ambiental, se tomó como referencia el valor máximo reportado por Chicago Climate Exchange de 2.10 dólares por tonelada.

Asimismo, la valoración de éste considera los precios establecidos por la CONAFOR en las reglas de operación del Programa Nacional Forestal 2021 (publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2020) del pago de servicios ambientales, en el cual maneja un costo promedio por hectárea de \$ 1,100.0 pesos/ha/año-1, de esta forma, al considerar que la superficie

del predio de CUSTF de la obra del proyecto es de 9.00 ha, se tiene para este servicio ambiental un monto de \$ 9,900.00 pesos M.N. al año. En el supuesto de que para obtener en la misma cantidad y calidad este servicio ambiental sería necesario un periodo de 20 años, el valor económico total sería de \$ 198,000.00 pesos M.N. (ciento noventa y ocho mil pesos 00/100 M.N.).

4.11.3. Generación De Oxígeno

La generación de oxígeno se basa primordialmente en el proceso de fotosíntesis que realiza la vegetación que compone a los ecosistemas, mediante el cual captan el bióxido de carbono de la atmósfera proveniente de fábricas, automóviles, aviones y muchas otras actividades humanas; para así obtener como producto secundario la liberación de oxígeno. Como parte del proceso de fotosíntesis, la captación de carbono viene asociado con la liberación de oxígeno, dado que en la atmósfera el carbono se encuentra asociado al oxígeno como bióxido de carbono, lo que significa que por cada tonelada de carbono que se captura, se estima que las áreas boscosas con una cubierta mayor al 50%. (Carbal Herrera, 2009).

Para calcular la producción de oxígeno, se realizó a partir del carbono captado basado en su peso atómico (NOWAK et al., 2007), siguiendo la metodología establecida en la tesis "Secuestro de Co2 y Producción de Oxígeno en Árboles Urbanos de la Av. Abelardo Quiñones-Distrito San Juan Bautista, Loreto-Perú", disponible en

http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4694/Kelvin_Tesis_Titulo_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

$$O_2(\text{neto}) = CT * F_c$$

Dónde:

O₂= Producción de Oxígeno en toneladas (t);

C_t= Carbono secuestrado en toneladas;

F_c= Factor de conversión a O₂ (0.0266) resultante del O₂ (neto) =CT x F_c 22 cociente O₂/C. Peso atómico del carbono=12,001115, Peso atómico del Oxígeno= 15,9994 x 2=31,9988

Aplicando el procedimiento citado:

Tabla IV.180. Cuantificación del servicio ambiental: generación de oxígeno CUSTF

Vegetación y/o uso de suelo	Superficie (ha) CUSTF	Carbono secuestrado (Ct/ha)	Fc= Factor de conversión a O2	O2= Producción de Oxígeno en toneladas (t)
Vegetación de desiertos arenosos	9.00	21.582	0.0266	0.574
TOTAL	9.00	21.582		0.574

La estimación del oxígeno que se dejaría de captar es de 0.574 toneladas.

Grado de afectación

Haciendo la comparación del servicio que se va a afectar en el predio sujeto a CUSTF respecto a lo que se tiene en la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado cuenta con una superficie forestal de vegetación de desiertos arenosos de 16,152.03 ha, lo que se estima en 1,033.73 toneladas de oxígeno por año. De acuerdo a la información presentada anteriormente se tiene que el grado de afectación al servicio ambiental respecto al servicio ambiental proporcionado por la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) en la obra en estudio equivale a un 0.0555% respecto a la generación total de oxígeno en la unidad de análisis donde se encuentra parte de la obra del proyecto, por lo que se considera que el grado de afectación es muy bajo.

Sin embargo, considerando las medidas de mitigación que se proponen para la zona, la reducción de los impactos en la misma, se tiende a disminuir este impacto sobre la generación de oxígeno. Cabe señalar que durante las actividades para el cambio de uso de suelo en las superficies solicitadas dentro de la cuenca o unidad de análisis, el consumo de combustibles fósiles no renovables (hidrocarburos) no será abundante ni prolongado, además de que no se generarán emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera que dañen a la capa de ozono. Por lo tanto no contribuye en este sentido con el cambio climático y no perjudica la calidad y cantidad del oxígeno generado, y después del establecimiento de la CCI esta solo cumplen la función de transformar la energía, sin producir ningún daño a la atmosfera.

Estimación económica del servicio ambiental “Generación de Oxígeno”

Realizando la conversión de toneladas a litros, la equivalencia de una tonelada es de 795 litros de oxígeno de acuerdo con el sitio:

http://www.academia.edu/6310430/TABLAS_DE_CONVERSI%3%93N_PARA_GASES_O_X_%C3%8D_G_E_N_O_PESO_GAS_VOLUMEN_LIBRAS_KILOGRAMOS_PIES_C%3%9ABICOS_METROS_C%3%9ABICOS_GALONES_LITROS_lb_kg_pie_A_R_G_%C3%93_N_PESO_GAS_VOLUMEN_LIBRAS_KILOGRAMOS_PIES_C%3%9ABICOS_METROS_C%3%9ABICOS_GALONES_LITROS_lb_kg_pie_3_m_3.

De acuerdo con la equivalencia citada, las 0.574 toneladas equivalen a 456.33 litros. El precio del litro de oxígeno en la cadena Walmart es de 3,199 por un tanque de 680 litros, es decir, 4.7 pesos por litro de acuerdo con <https://canitas.mx/productos/tanque-de-oxigeno-portatil/>

Tomando como referencia dicho monto, en los 456.33 litros/año de oxígeno de la superficie de CUSTF la estimación económica es de \$ 2,144.75 pesos/año como se detalla en la tabla IV.181.

Tabla IV.181. Estimación económica del oxígeno del área de CUSTF.

Precio litro de oxígeno	Litros de oxígeno que se dejarían de captar / año	Estimación Total en pesos/año	Periodo en el que se estima obtener los mismos servicios ambientales (años)	Valor económico de la afectación por el CUSTF pesos M.N.
4.7	456.33	2,144.75	20	42,895.00

Realizando una proyección a 20 años para obtener la misma cantidad y calidad de este servicio ambiental, el valor económico total sería de \$42,895.00 pesos M.N. (cuarenta y dos mil ochocientos noventa y cinco pesos 00/100 M.N.) por este concepto.

4.11.4. Amortiguamiento Del Impacto De Los Fenómenos Naturales

Las áreas arboladas contribuyen de manera importante para amortiguar el impacto de los desastres o fenómenos naturales, ya que funcionan como esponjas absorbiendo y catalizando los efectos de dichos fenómenos (inundaciones, derrumbes, sequías, lluvias torrenciales, huracanes, etc.). Los desastres tienen un efecto negativo sobre las condiciones de vida de la población y en el

desarrollo productivo de las regiones en que ocurren. Las secuelas de los desastres se prolongan más allá del corto plazo y, con frecuencia, provocan cambios irreversibles tanto en las estructuras económicas y sociales como en el medio ambiente.

Los riesgos asociados a fenómenos atmosféricos tienen un elevado potencial energético, frecuencia, intensidad y aleatoriedad. Es por ello que se presenta a continuación una breve descripción de los eventos meteorológicos más relevantes para el Proyecto de acuerdo con la ubicación geográfica.

Según el Atlas Nacional de Riesgos del estado de Sonora (s/f) la CHF se localiza en una zona en la cual se presentan depresiones, tormentas tropicales y huracanes de categorías uno, es decir, que alcanzan velocidades de hasta 153 km/h. Los registros estadísticos indican la ocurrencia de solo tres fenómenos en los últimos 50 años, una depresión tropical, una tormenta tropical y un huracán de categoría 1 que han tocado o se han acercado al SAR de acuerdo con el Centro Nacional de Huracanes de Miami, Florida (2010).

En la zona pretendida para la implementación del Proyecto, la probabilidad de riesgo por incidencia de altas velocidades de viento es baja, es decir, se esperan depresiones y tormentas tropicales alcanzando velocidades inferiores a 118 km/h. Con respecto a la vulnerabilidad de inundación en la CHF, de acuerdo con el CENAPRED (2007) y la CONAGUA, éste es de grado medio; mientras que el índice de peligro por inundación se valora como muy alto (CENAPRED, 2016).

La geomorfología es el resultado de la intrusión de rocas graníticas, la actividad volcánica y la deposición de sedimentos de diferente origen afectados por las fuerzas tectónicas que provocaron el fallamiento de las rocas Paleozoicas, Mesozoicas y Cenozoicas aunados al sistema de fallas de San Andrés. Las unidades geomórficas identificadas son el delta del Río Colorado ubicado al oeste del estado de Sonora, así como el aparato volcánico de Cerro Prieto y la Mesa Arenosa de San Luis ubicada al este de dicha entidad (Comisión Nacional del Agua, 2020).

La geoforma principal de la CHF son las mesetas de San Luis y de Andrade que consisten en superficies formadas por depósitos eólicos, conformando barchanes o médanos que se caracterizan por tener configuraciones de media luna, con sus cuernos tendidos a sotavento, haciendo a este lado cóncavo en el plano y el lado de barlovento convexo (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 1996).

La CHF está inmerso en una planicie desértica en su totalidad y forma parte del desierto de Altar con elevaciones que van de los 20 a los 60 msnm (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2002). Las principales elevaciones se localizan al noreste del municipio de San Luis Río Colorado, destacan las serranías de El Tule, El Zumbador, El Rosario, Las Pintas, La Tinaja y Malpaís que alcanzan elevaciones hasta los 800 msnm (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 1996).

Se encuentra inmerso en la Cuenca de Altar la cual está afectada por la gran falla de San Andrés que hace diez millones de años originó la separación de la Península de Baja California. Ésta es la más extensa ya que se desarrolla a lo largo de 1 050 km con un ancho muy variable en el rango de menos de 1 000 m hasta los 15 000 m en lugares donde se entrelaza con líneas de fallas secundarias. Origina movimientos tectónicos regionales junto con la falla de San Jacinto, la cual es considerada la rama más activa de la falla de San Andrés (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2009).

De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED, 2007), la falla más cercana a la CHF es la de Cerro Prieto la cual se encuentra a 24 km en línea recta al suroeste, es de tipo lateral derecho con una inclinación de 90° y longitud de 108,33 km. Asimismo, al noroeste de la CHF se encuentra la falla Imperial que es de tipo lateral derecha con inclinación de 90° y tiene una longitud de 65,49 km. Cabe mencionar que el predio en proyecto no incide en alguna falla o se encuentra inmerso en alguna zona de fractura, por lo que el proyecto no se verá afectado por ello.

El Mapa Nacional de Susceptibilidad de Inestabilidad de Laderas del Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED, 2007) al igual que el de Regionalización Sísmica de la Comisión Federal de Electricidad (2015) ubican a las áreas de interés del Proyecto en la Zona D, donde se reportan grandes sismos históricos, con ocurrencia de sismos muy frecuente y donde las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70 % de la aceleración de la gravedad.

El sistema cuaternario está representado por las dunas de los desiertos de Altar y Yuma que sobreyacen a los sedimentos aluviales más recientes constituidos por gravas, arenas y arcillas que a su vez sobreyacen a los representados por depósitos fluviales y aluviales de los ríos Colorado y Gila los cuales están conformados por boleos, gravas, arenas y aglomerados (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2009). Los depósitos aluviales son una masa de sedimentos dendríticos, transportados por un río casi siempre temporalmente en puntos a lo largo de su llanura de inundación. Están normalmente compuestos por arenas y gravas (terrazza fluvial, rejuvenecimiento, depósitos coluviales, depósitos eluviales). Mientras que los depósitos eólicos son fracciones más finas de arcillas, limos y arenas disgregadas de las rocas por meteorización o erosión que son transportadas y acumuladas por el viento, sobre todo en regiones bajas donde sopla fuerza y en dirección constante (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2009 y Servicio Geológico Mexicano, 2021).

Por ello para el área donde se construirá la obra del proyecto y dentro del área de análisis, Si se tiene registrada la presencia de fenómenos naturales, especialmente hidrometeorológicos, el efecto directo del impacto de huracanes o tormentas tropicales representan el mayor riesgo por las inundaciones que pueden llegar a presentarse después de una lluvia extraordinaria, no obstante el riesgo de inundación está regido principalmente por la deforestación sino por la topografía, por lo que el grado de afectación al servicio ambiental es nulo.

A pesar de lo antes descrito, a continuación, se señalan las medidas de mitigación a implementar a fin de minimizar el posible impacto a este servicio ambiental. Esto mediante la implementación de obras de conservación de suelos y agua en la superficie donde se realizará el CUSTF:

- Se plantea la construcción de 24 fajitas o cordones con geocostales de arena en vegetación de desiertos arenosos y se lograra retener de 288.00 toneladas. Estos se establecerán en las zonas del ecosistema forestal afectada en la obra del proyecto en estudio principalmente en las escorrentías intermitentes presentes y donde se efectuará el CUSTF. Establecimiento de 6.0 zanjas bordo para el proyecto en estudio siguiendo las curvas a nivel. Estos se a un costado donde se efectuará el CUSTF.

IV.1.5. Modulación O Regulación Climática

De acuerdo con CONAFOR (2012), el clima terrestre es producto de la constante y compleja interacción entre la atmósfera, océanos, capas de hielo y nieve, los continentes y muy importante, la vida en el planeta, incluyendo los ecosistemas forestales, (figura IV.24).



Figura IV.24. Interacciones de los componentes del sistema climático global (fuente IPCC, 2001, tomado de CONAFOR, 2012)

A diario se presentan variaciones en las condiciones del planeta, por lo que las condiciones de temperatura, lluvia, humedad y viento difieren. Sin embargo, a estas variaciones no les llamamos clima, sino “estado del tiempo”. La situación climática depende en gran medida del calentamiento de la Tierra y los océanos. El relieve y la temperatura también son determinantes y están directamente relacionados con el clima ya que de estos elementos depende la condensación de los vientos (CONAFOR, op. cit.). El clima en el planeta ha cambiado a lo largo de su historia, esta variación se ha originado a varios factores, entre los cuales destacan: erupciones volcánicas, los cambios en la órbita, el ángulo del eje de la Tierra y las variaciones en la composición de la atmósfera. El incremento en la generación de gases producidos por estas actividades se libera a la atmósfera y cambian su composición. Otro proceso que se ha acelerado desde ese periodo es la pérdida de bosques y vegetación en regiones muy amplias del planeta con lo que se ha disminuido la capacidad de remover gases efecto invernadero de la atmósfera y amortiguar la alteración climática.

De acuerdo con lo anterior, la eliminación de la cubierta arbolada disminuye la capacidad de regular el clima o microclima en cierto lugar, no obstante, la superficie de afectación considerada para la realización del CUSTF es mínima respecto a la extensión que abarca los tipos de vegetación a nivel de la cuenca en análisis.

Haciendo la comparación del servicio que se va a afectar en el transecto del predio de CUSTF y la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado cuenta con una superficie forestal de vegetación de desiertos arenosos de 16,152.03 ha y la superficie donde se realizara el CUSTF será de 9.00 ha, por lo cual se considera que el grado de afectación al servicio ambiental será nulo o imperceptible dado que la superficie arbolada la cual será sometida a cambio de uso de suelo representa apenas el 0.0557% del total en la unidad de análisis.

Sin embargo, a continuación se señalan las medidas de mitigación a implementar a fin de minimizar el posible impacto a este servicio ambiental:

Implementación de obras de conservación de suelos y agua en la superficie planteadas para realizará el CUSTF:

- Se plantea la construcción de 24 fajitas o cordones con geocostales de arena en vegetación de desiertos arenosos y se lograra retener de 288.00 toneladas. Estos se establecerán en las zonas del ecosistema forestal afectada en la obra del proyecto en estudio principalmente en las escorrentías intermitentes presentes y donde se efectuará el CUSTF. Establecimiento de 6.0 zanjas bordo para el proyecto en estudio siguiendo las curvas a nivel. Estos se a un costado donde se efectuará el CUSTF.

4.11.5. Protección De La Biodiversidad De Los Ecosistemas Y Formas De Vida

El área sujeta a cambio de uso de suelo será de 9.00 ha, la información dasométrica solo se levantó en la 9.00 ha, las cuales corresponden a la superficie con vegetación forestal en la totalidad de la obra del proyecto, se encuentra desempeñando una función importante en la protección de poblaciones de especies tanto animales como vegetales, razón por la cual, a continuación se contabiliza la riqueza y estructura florística y faunística del área del proyecto, la cual contempla a todos los individuos de flora y fauna independientemente del estrato en el que se encuentren. Para valorar la biodiversidad de cada transecto se consideró la riqueza específica de cada especie presente en la zona sujeta a cambio de uso de suelo correspondiente a flora y fauna.

Tabla IV.182. Flora del predio sujeto a CUSTF:

Transecto del predio de CUSTF de la CCI.

No	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	NUMERO INDIVIDUOS HA/PREDIO CUSTF
Estrato arbóreo			
1	Larrea tridentata	Gobernadora	1998
2	Ambrosia dumosa	Chamizo	27
	SUBTOTAL		2025
Estrato arbustivo			
1	Amsinckia tessellata	Cola de alacrán	247500
2	Psorothamnus emoryi	Dalea	45000
3	Chorizanthe rigida	Flor de espinas	67500
4	Plantago ovata	Plantago	270000
	SUBTOTAL		630000

Fauna del predio sujeto a CUSTF:

Tabla IV.183. Abundancia de la fauna del predio vs la cuenca o sistema ambiental

ESPECIES/ HERPETOFAUNA	CUENCA O SISTEMA AMBIENTAL					PREDIO DE CUSTF				
	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa %	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Indice de diversidad	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa %	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Indice de diversidad
Callisaurus draconoides	7	35	6	37.5	0.2147	12	70.59	4	57.14	0.2863
Crotalus cerastes	1	5	1	6.25	0.0553	1	5.88	1	14.29	0.0553
Aspidoscelis tigris	2	10	2	12.5	0.0931	4	23.5	2	28.6	0.151
Dipsosaurus dorsalis	9	45	6	37.5	0.2475					
Uma notata	1	5	1	6.25	0.0553					
TOTAL	20	100	16	100	0.6659	17	100	7	100	0.4926
INDICES	S=5 Hmax=1.7918 H'=0.6659 J'=0.3716					S=3 Hmax=1.7918 H'=0.4926 J'=0.2749				

ESPECIES/AVES	CUENCA O SISTEMA AMBIENTAL					PREDIO				
	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa %	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Indice de diversidad	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa %	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Indice de diversidad
Corvus corax	2	3.45	2	5.71	0.11610	3	20	1	14.29	0.3219

ESPECIES/AVES	CUENCA O SISTEMA AMBIENTAL					PREDIO				
	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa %	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Indice de diversidad	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa %	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Indice de diversidad
Cathartes aura	2	3.45	1	2.86	0.11610					
Myiarchus cinerascens	5	8.62	2	5.71	0.21130					
Buteo swainsoni	2	3.45	2	5.71	0.11610					
Passerina amoena	6	10.34	4	11.43	0.23470					
Tyrannus verticalis	3	5.17	2	5.71	0.15320					
Lanius ludovicianus	10	17.24	5	14.29	0.30310	2	13.33	1	14.29	0.2687
Egretta thula	1	1.72	1	2.86	0.07000					
Streptopelia decaocto	2	3.45	1	2.86	0.11610	2	13.33	1	14.29	0.2687
Wilsonia pusilla	10	17.24	4	11.43	0.30310					
Piranga ludoviciana	1	1.72	1	2.86	0.07000					
Athene cunicularia	1	1.72	1	2.86	0.07000					

ESPECIES/AVES	CUENCA O SISTEMA AMBIENTAL					PREDIO				
	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa %	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Indice de diversidad	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa %	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Indice de diversidad
Chondestes grammacus	2	3.45	1	2.86	0.11610	3	20	1	14.29	0.3219
Chordeiles acutipennis	1	1.72	1	2.86	0.07000					
Falco sparverius	1	1.72	1	2.86	0.07000					
Zenaida macroura	5	8.62	2	5.71	0.21130	5	33.33	3	42.86	0.3662
Buteo jamaicensis	1	1.72	1	2.86	0.07000					
Gallinago delicata	1	1.72	1	2.86	0.07000					
Geococcyx californicus	2	3.45	2	5.71	0.11610					
TOTAL	58	100.0	35	100.0	2.6033	15	99.99	7	100.02	1.5474
INDICES	S=19 Hmax=2.9444 H'=2.6033 J'=0.8842					S=5 Hmax=1.6094 H'=1.5473 J'=0.9614				

ESPECIES MAMIFEROS	CUENCA O SISTEMA AMBIENTAL	PREDIO DE CUSTF
--------------------	----------------------------	-----------------

	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa %	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Indice de diversidad	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa %	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Indice de diversidad
Lepus californicus	3	20	3	23.08	0.3219	1	20	1	20	0.3219
Dipodomys merriami	4	27	3	23.08	0.3525	2	40	2	40	0.3665
Canis latrans	5	33	4	30.77	0.3662	2	40	2	40	0.3665
Urocyon cinereoargenteus	2	13	2	15.38	0.2687					
Xerospermophilus tereticaudus	1	7	1	7.69	0.1805					
TOTAL	15	100.0	13	100.0	1.4898	5	100	5	100	1.0549
INDICES	S=5 Hmax=1.6094 H'=1.4898 J'=0.9256					S=3 Hmax=1.0986 H'=1.0549 J'=0.9602				

De acuerdo a la información antes mencionada se establece que la biodiversidad presente en el área de CUSTF: vegetación de desiertos arenosos 6 especies de flora en el predio de CUSTF y 9 especies de la unidad de análisis lo que representa el 66.67%; respecto a fauna dentro del predio de CUSTF: 5 especies de aves, representadas por 15 individuos, 3 especies de reptiles y de anfibios con 17 individuos y 3 especies de mamíferos con 5 individuos, no se comprometerá este servicio ambiental debido a que todas las especies que se encuentran dentro del transecto también se encuentran dentro de la cuenca o unidad de análisis, aunado a que están bien representadas, además de que se aplicará un programa de rescate de fauna y de flora, los cuales se anexan al presente DTU.

Grado de afectación

Para poder determinar el grado de afectación a este servicio ambiental se realizó una comparación con la biodiversidad existente en la cuenca o unidad de análisis como se muestra a continuación:

Tabla IV.184. Cuenca o sistema ambiental y predios del CUSTF

Fauna:	Cuenca	Predios CUSTF
	<hr/>	
	Anfibios y Reptiles	5
Riqueza	Aves	3
	Mamíferos	3
	<hr/>	
Total Fauna	29	11

De acuerdo a la información presentada el servicio ambiental de biodiversidad se registra una afectación del 37.93% para la fauna, mientras para la flora se está perjudicando en un 66.67% del servicio que se tiene en la totalidad del transecto, en esta unidad de análisis impactada por la obra del proyecto en estudio.

Para garantizar que este servicio ambiental no se ve comprometido, se proponen las siguientes medidas de mitigación y compensación:

Implementación de actividades de rescate y reubicación de especies flora catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de valor ecológico y de importancia ecológica en la región los cuales son susceptibles a rescatar.

Implementar programa de rescate y de acciones de protección y conservación de fauna silvestre con acciones de ahuyentamiento garantizando la permanencia de las mismas dentro del ecosistema. El ahuyentamiento de fauna a través de medios sonoros como bocinas y silbatos a fin de alejarlos de la zona de construcción de manera temporal

Al término de cada jornada diaria de trabajo se colocará una garrocha de madera en cada una de las cepas, misma que deberá tener las dimensiones adecuadas que permitan la salida de cualquier animal pequeño que durante la noche pudiera haber caído en alguna de ellas

Desarrollar pláticas con todo el personal involucrado en la construcción para evitar el saqueo o colecta no autorizada con fines comerciales o de ornato.

Elaboración de carteles de las especies de alto valor ecológico y difusión en los sitios de mayor afluencia del personal, para fomentar la participación en las actividades de protección y conservación.

Con estas acciones se puede garantizar que este servicio ambiental no se ve comprometido.

Estimación económica del servicio “Ambiental Biodiversidad”

Para la valoración de este servicio ambiental se consideraron los costos definidos por la CONAFOR en las reglas de operación del Programa Nacional Forestal 2021 (publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2020) del pago de servicios ambientales, el objetivo es promover la conservación de la biodiversidad (flora y fauna silvestre). El monto asignado por hectárea es de \$ 1,100.0 pesos/ha/año-1, por lo que para el área sujeta al CUSTF:

Para los predios de CUSTF de las obras del proyecto es de 9.0 ha, se tiene para este servicio ambiental un monto de \$ 9,900.00 pesos M.N. al año. En el supuesto de que para obtener en la misma cantidad y calidad este servicio ambiental sería necesario un periodo de 20 años, el valor económico total sería de \$ 198,000.00 pesos M.N. (ciento noventa y ocho mil pesos 00/100 M.N.).

4.11.6. Protección Y Recuperación De Suelos

La vegetación forestal protege al suelo de los efectos de la erosión contribuyendo al reciclaje de nutrientes y al mantenimiento de la capacidad productiva del suelo.

Este servicio ambiental se verá perjudicado con la realización de la obra del proyecto, pues el cambio de uso se contempla la remoción total de la vegetación. Por ello, se toma como escenario hipotético para poder estimar la magnitud de la modificación a este servicio, los datos de erosión actual y los de erosión sin vegetación o potencial. Esto con el fin de dimensionar el impacto en este servicio ambiental, una vez que se realiza el cambio de uso de suelo en la zona.

El componente ambiental suelo a lo largo y ancho de la obra del proyecto en estudio perderá su cobertura en el estrato arbóreo y arbustivo, sin embargo dadas las condiciones del área en que se ejecutará la obra en proyecto, se ejecutarán las obras de conservación de suelos. Con lo que se estarán minimizando los daños generados al suelo, y por tanto se evitara el poner en riesgo este servicio ambiental.

Para demostrar que el servicio ambiental tiene un grado de afectación nulo o en su caso mínimo, se estimó la cantidad de suelo que se pierde en tres momentos (sin proyecto, con proyecto y con la implementación de la obra de conservación de suelo) para el área sujeta a CUSTF de acuerdo a la metodología y cálculos explicados en apartados anteriores de este capítulo IV del presente estudio se presenta los resultados obtenidos:

A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

Erosión Hídrica:

a) Escenario 1. Estimación de la pérdida de suelo antes del desmonte (CUSTF)

Quando se sustituyen los valores de cada variable en la ecuación 1:

$$Eh = IALLU \times CAERO \times CATEX \times CATOP \times CAUSO \quad (1)$$

Se obtiene como resultado el valor estimado de erosión hídrica, expresada en términos de toneladas por hectárea por año, en la superficie. Donde en el área en estudio se estima para cada ecosistema que sería afectado por la remoción de vegetación para el área donde se ubica el proyecto.

Tabla IV.185. Erosión hídrica por hectárea, por obra y tipo de vegetación en que se ubica la superficie para la cual se solicita el CUSTF, en Escenario 1.

TIPO DE VEGETACIÓN	EH	VOLUMEN TON/HA/ AÑO EROSIÓN HÍDRICA
Vegetación de desiertos arenosos	$Eh = -29.348 \times 1.0 \times 0.2 \times 0.35 \times 0.15$	-0.308

Con base en los valores que se presentan en la tabla anterior, se obtienen los valores de volumen de total de erosión hídrica que ocurre en las condiciones previas al CUSTF, en la superficie que ocuparía el proyecto y tipo de vegetación.

Tenemos como resultado que la erosión hídrica antes de realizar el desmonte es nula de -0.308 expresada en términos de toneladas por hectárea por año, esto es, -2.773 toneladas por año en las 9.00 ha donde se solicita autorización de desmonte o CUSTF para construir el proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial en estudio de vegetación de desiertos arenosos.

Tabla IV.186. Erosión hídrica por hectárea, por obra y tipo de vegetación en que se ubica la superficie para la cual se solicita el CUSTF, en condiciones previas a la remoción de vegetación (Escenario 1).

Tipo de vegetación	Superficie del proyecto que requiere CUSTF ha	Volumen Ton/ha/ año erosión hídrica actual	Volumen total actual del área de CUSTF Ton/ha/ año erosión hídrica	Perdida de lámina de suelos en mm
Vegetación de desiertos arenosos	9.00	-0.308	-2.773	-0.02773
Total	9.00	-0.308	-2.773	-0.02733

b) Escenario 2. Estimación de la pérdida de posterior a la ejecución del CUSTF

Se sustituyen los valores de cada variable en la ecuación 1:

$$Eh = IALLU \times CAERO \times CATEX \times CATOP \times CAUSO \quad (1)$$

Con la ejecución del CUSTF (desmonte para la construcción de la obra en estudio en el ecosistema presente dentro del área en donde se ubica el proyecto), se incrementará la pérdida de suelo.

Tabla IV.187. Erosión hídrica por hectárea, por obra y tipo de vegetación en que se ubica la superficie para la cual se solicita el CUSTF, en Escenario 2.

TIPO DE VEGETACIÓN	EH	VOLUMEN TON/HA/ AÑO EROSIÓN HÍDRICA
Vegetación de desiertos arenosos	$Eh = -29.348 \times 1.0 \times 0.2 \times 0.35 \times 0.40$	-0.822

Con la ejecución del CUSTF (desmonte para la construcción de la obra en estudio), está claro que se incrementará la pérdida de suelo, ya que se removerá vegetación en una superficie de 9.00 ha para la Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial. Por lo cual, el cálculo de la pérdida de suelo se realizó utilizando la metodología señalada anteriormente, sustituyendo el valor de CAUSO (uso de suelo y vegetación), por lo que ahora corresponderá a un suelo semejante al de un

terreno o predio baldío, terracería o zona sin vegetación aparente tomando un valor de 0.40. El resto de las variables permanecen constantes.

Al sustituir el valor de CAUSO en la ecuación 1, la pérdida de suelo por hectárea por año con el desmonte forestal será nula con -0.822 ton/ha/año. Por lo que se perderá -7.396 toneladas por año en las 9.0 ha donde se solicita autorización de desmonte o CUSTF para construir el proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial en estudio de vegetación de desiertos arenosos.

Lo que significa que anualmente dentro del predio con vegetación o sin vegetación no se pierde suelo por la erosión hídrica.

Con la ejecución del proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial en este ecosistema de vegetación de desiertos arenosos la pérdida de suelo se reduce en -0.514 ton/ha/año (-0.308 ton/ha/año actuales - 0.822 ton/ha/año después del CUSTF), es decir en la 9.0 ha se reducirá la pérdida de suelo de -4.626 toneladas, por lo que no tendrá que mitigarse con las obras de conservación de suelo.

Tabla IV.188. Erosión hídrica por tipo de vegetación en que se ubica la superficie para la cual se solicita el CUSTF, en condiciones posteriores a la remoción de vegetación (Escenario 2).

Tipo de vegetación	Superficie del proyecto que requiere CUSTF ha	Volumen Ton/ha/año erosión hídrica posterior al CUSTF	Volumen total posterior del área de CUSTF Ton/año erosión hídrica	Perdida de lámina de suelos en mm
Vegetación de desiertos arenosos	9.00	- 0.822	-7.396	-0.7396
TOTAL	9.00	- 0.822	-7.396	-0.7396

c) Escenario 3. Estimación de la pérdida de suelo actual ya con las obras construidas y posteriores a la ejecución del CUSTF.

Al realizar el comparativo entre lo que actualmente se erosiona (sin proyecto y posterior al CUSTF), se aprecia una diferencia de erosión hídrica que se deberá mitigar con la implementación de las medidas de mitigación propuestas, las cuales se presentan a continuación:

Tabla IV.189. Comparativo final de la erosión hídrica actual y posterior al CUSTF:

Tipo de vegetación	Superficie del proyecto que requiere CUSTF ha	Volumen Ton/ha/año erosión hídrica		Volumen total por el CUSTF Ton/ año erosión hídrica		Volumen Ton/total/CUSTF erosión hídrica que debe ser mitigable
		Sin proyecto	Con proyecto	Sin proyecto	Con proyecto	
Vegetación de desiertos arenosos	9.00	-0.308	-0.822	-2.773	-7.396	-4.626
Total	9.00			-2.773	-7.396	-4.626

En base a lo anterior como medida de mitigación principal es reducir la afectación de la vegetación forestal dentro del predio del proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial es aplicando el esquema de manejo (afectación de manera paulatina), el cual se refleja en el escenario 3 en donde comparado con la condición original sin proyecto abra un decremento (nulo) real y final de -4.626 ton/año totales, para el proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial con vegetación de desiertos arenosos (-4.626 ton/año), derivadas por el desmonte del proyecto, el cual al no haber erosión hídrica alguna no requiere ser minimizado o mitigado con obras de conservación de suelos.

Erosión eólica:

Escenario 1. Estimación de la pérdida de erosión eólica actual o sin proyecto.

En función de los valores que pueden tomar las variables de la fórmula para estimación de erosión eólica, se tienen calculado el siguiente escenario 1 (erosión eólica actual o sin proyecto):

$$E_e = IAVIE * CATEX * CAUSO$$

Tabla IV.190. Erosión eólica actual en el predio de CUSTF:

USO ACTUAL DEL SUELO	USV (CLAVE)	SUPERFICIE (HA)	IAVIE	CATEX	CAUSO	EROSIÓN EOLICA (ton/ha/año)	EROSIÓN EOLICA/TOTAL/CUSTF (ton/ha/año)
Vegetación de desiertos arenosos	MDR	9.0	170.74	1.75	0.15	44.82	403.38
Total		9.0	170.74	1.75	0.15	44.82	403.38

El resultado nos indica que actualmente sin proyecto la pérdida de suelo eólica por hectárea por año, por lo que en las 9.0 ha donde se pretende realizar el CUSTF, se tiene una erosión eólica actual de 403.38 ton/año.

b) Escenario 2. Estimación de la pérdida de erosión eólica posterior a la ejecución del CUSTF.

Con la ejecución del CUSTF (desmonte para la construcción de las obras en estudio), está claro que se incrementa el riesgo de pérdida de suelo, ya que teóricamente se removerá vegetación en una superficie de 9.0 ha, lo cual de manera efectiva no ocurre, dadas las características y condiciones de la vegetación presente.

Por tal razón, el cálculo de la pérdida potencial de suelo se realizó utilizando la misma metodología, con la variante de sustituir el valor de CAUSO (uso de suelo), tomando un valor de 0.13 que corresponde a Zona federal CFE (derecho de vía), permaneciendo sin cambios el resto de las variables, de lo cual se obtiene lo siguiente.

$$E_e = IAVIE * CATEX * CAUSO$$

Tabla IV.191. Erosión eólica posterior a la ejecución del CUSTF:

USO ACTUAL DEL SUELO	USV (CLAVE)	SUPERFICIE (HA)	IAVIE	CATEX	CAUSO	EROSIÓN EOLICA (ton/ha/año)	EROSIÓN EOLICA/TOTAL/CUSTF (ton/ha/año)
Vegetación de desiertos arenosos	MDR	9.0	170.74	3.5	0.13	77.69	699.20
Total		9.0	170.74	3.5	0.13	77.69	699.20

El resultado nos indica que potencialmente la pérdida de suelo por hectárea por año con el desmonte forestal se puede incrementar de manera significativa, por lo que en las 9.0 ha donde se pretende realizar el CUSTF, se tendría una posible erosión de 699.20 ton/año, lo cual se clasifica como una erosión alta, esto es sin tomar en cuenta el tercer escenario que se describe a continuación.

A continuación, se refieren el comparativo de las escenasrios 1 y 2 de los datos de erosión eólica por tramo, tipo de vegetación en la superficie de CUSTF.

Tabla IV.192. Resumen de la erosión eólica

Tipo de vegetación	Superficie del proyecto que requiere CUSTF ha	Volumen total erosión eólica actual o sin proyecto Ton/ha/Año	Volumen total erosión eólica con proyecto Ton/ha/Año
Vegetación de desiertos arenosos	9.0	403.38	699.20
Total	9.0	403.38	699.20

c) Escenario 3. Estimación de la pérdida de suelo actual ya con las obras construidas y posteriores a la ejecución del CUSTF.

Al realizar el comparativo entre lo que actualmente se erosiona dentro de la superficie del predio en estudio (sin proyecto = 403.38 ton/año) en el predio y posterior al CUSTF (con proyecto = 699.20 ton/año), se aprecia una diferencia de 285.81 ton/año, este es el valor que incrementara el proyecto y por lo tanto el que se deberá mitigar y minimizar al 100% con la implementación de las medidas de mitigación propuestas.

En resumen, el incremento potencial de erosión por el CUSTF se presenta en la siguiente tabla.

Tabla IV.193. Valores de la erosión actual, posterior al desmonte o construcción del proyecto y a mitigar por el CUSTF.

Tipo de vegetación	Superficie del proyecto que requiere CUSTF/ha	Volumen erosión total por el CUSTF Ton/año		Volumen de erosión a mitigar Ton/total/CUSTF
		Sin proyecto	Con Proyecto	
Vegetación de desiertos arenosos	9.0	403.38	699.20	285.81
Total	9.0	403.38	699.20	285.81

Sin embargo, cabe apuntar que el valor de 285.81 ton/año es para la condición de ausencia de cobertura en un suelo desnudo, y sobre todo se considera un área total de CUSTF compacta o junta, sin embargo, como es un proyecto puntual de 225 m x 400 m, en la cual se colocará una barda perimetral alrededor del mismo que sirven como barreras corta viento, evitando así la erosión eólica.

Tabla IV.194. Incremento de la erosión eólica (Ton/año) que se generaría con el CUSTF para el Proyecto y medidas propuesta para la mitigación del impacto.

Tipo de vegetación	Incremento de la erosión hídrica (Ton/ha) por el CUSTF del proyecto	Cantidad de fajitas o cordones de geo costales	Volumen Ton/total/año de suelo retenido por este tipo de obra	Volumen Total Ton/total/año de suelo retenido con las obras
Vegetación de desiertos arenosos	285.81	24	12.0	288.00
Total	285.81	24		

En donde se plantea la construcción de 24 fajitas o cordones de geo costales a curva de nivel, con una longitud de 20.0 cada uno y la cantidad de suelo retenido por este tipo de obras será de 12.0 toneladas cada una a lo largo del proyecto principalmente en las escorrentías intermitentes presente y donde se efectuará el CUSTF y en el espacio que comprende el proyecto, por lo que estos representarán una capacidad de retención de 288.00 ton/año, por lo que con estas obras propuestas se lograra incrementar 2.19 ton/año. (285.81 ton/año que se incrementará con el CUSTF - 288.00 ton/año que se logrará retener con las obras propuestas).

Las obras de conservación de suelos propuestas son construidas paralelas a la cerca o al contorno. Las ventajas de las obras de conservación de suelos propuestas son:

1. Protección física contra la remoción.
2. Limita la erosión para una distancia igual al ancho de la faja y bordo.
3. Se conserva humedad del suelo.

Las obras de conservación de suelos propuestas también tienen efecto sobre el proceso erosivo ya que son bordos que reducen la velocidad del viento en tanto estén perpendiculares a la dirección de este. La conservación de humedad es básica para el control de la erosión eólica en zonas áridas

o semiáridas. Los métodos usados consisten en incrementar la infiltración, reducir evaporación y prevenir el innecesario crecimiento de las plantas. Los residuos del CUSTF tienen efectos sobre la conservación de humedad.

Anteriormente se calculó que la cantidad de suelo que se incrementará posterior a la realización del CUSTF es de 285.81 ton/año, por lo que con las medidas propuestas se estarían atendiendo por mucho esta cantidad, dando así, atención plena al precepto de excepción que refiere a No generar la erosión del suelo. Por lo que se concluye y se ratifica en base al análisis antes descrito que dentro de la totalidad del predio en estudio, no se detectaron zonas frágiles o críticas y que con o sin proyecto la afectación a los mismos ecosistemas se darán, motivados por las actividades antrópicas.

Aunado a ello se plantean riegos para la supresión de polvos durante las etapas de desmonte, despalle y construcción, así como la dispersión del material remanente de vegetación forestal, lo cual evitara el levantamiento y/o suspensión de las partículas del suelo con lo que se evita la erosión eólica desde las primeras etapas del proyecto hasta su conclusión con la capa impermeable. Con las medidas propuestas se estaría dando atención plena al precepto de excepción que refiere a No generar la erosión del suelo, específicamente la erosión eólica.

Dicho lo anterior con las medidas propuestas se estarían atendiendo por mucho la cantidad de suelo que se potencialmente podría erosionarse por la ejecución del proyecto, de tal modo que puede decirse que el CUSTF no provocaría una erosión de suelo mayor a la existente en su área de influencia, dando así atención plena al supuesto de excepción a que se refiere el artículo 93 de la LGDFS en cuanto a No generar la erosión del suelo.

Por lo que se concluye y se ratifica en base al análisis antes descrito que dentro de la totalidad del predio del proyecto en estudio, no se detectaron zonas frágiles o críticas y que con o sin proyecto la afectación a los mismos ecosistemas se dará, motivados por las actividades antrópicas.

Estimación económica del servicio ambiental “Protección y recuperación de suelos”.

El servicio ambiental referente a protección y recuperación de suelos, el cual fue calculado anteriormente por medio de la erosión de la zona sujeta a cambio de uso de suelo, se estima que la cantidad de suelo que se incrementará posterior a la realización del CUSTF:

Para el transecto de los predios de CUSTF de las obras del proyecto en estudio se estima que la cantidad de suelo que se incrementará será de 285.81 ton/año, por lo que si una tonelada de suelo cuesta alrededor de \$ 75.00 pesos el valor del suelo que dejaría de retener la vegetación de la zona tiene un costo económico de \$ 21,435.75 pesos MN, para la obtención del servicio ambiental en la misma cantidad y calidad se estima un periodo de tiempo mínimo de 20 años, por lo que al

multiplicar el valor actual por este tiempo, tenemos un valor total real de \$ 428,715.00 pesos M.N. (cuatrocientos ventiocho mil setecientos quince pesos 00/100 M.N).

4.11.7. El Paisaje Y La Recreación

El Paisaje es un concepto que a través del tiempo se ha utilizado con diversos significados como elemento aglutinador de una serie de aspectos característicos del medio físico y la capacidad de asimilación que tiene éste, como resultado de los efectos del desarrollo de un proyecto determinado.

También a menudo se percibe como una vista amplia de escenarios o de formas naturales, esta consideración corresponde más al enfoque de la estética o percepción (González-Bernáldez, 1981).

Desde el punto de vista de la ecología, el paisaje representa grandes áreas compuestas por patrones interconectados o repetidos de ecosistemas interdependientes. Aunque la descripción del paisaje encierra la dificultad de encontrar un sistema efectivo para evaluarlo debido a que las metodologías utilizadas no han podido prescindir de componentes subjetivos, el enfoque ecológico resulta muy útil para generar información acerca de un determinado espacio físico.

En ese sentido, Muñoz-Pedrerros (2004) señala que el paisaje puede estudiarse como indicador ambiental o cultural, pero al aproximarse a los componentes y procesos que ocurren en él, se va arribando a una visión sistémica o ecológica.

Existen varios métodos para realizar la valoración del paisaje, éstos pueden ser directos e indirectos. En los primeros la valoración se realiza a partir de la contemplación de la totalidad del paisaje, mientras que en los segundos (los indirectos) incluyen métodos cualitativos y cuantitativos que evalúan el paisaje, analizando y describiendo sus componentes.

Entre los métodos directos se tienen los siguientes:

De subjetividad aceptada. Es la más simple a pesar de ser la menos objetiva pero se acepta por el grado de subjetividad que tiene el paisaje. El resultado puede corresponder a una parcelación del territorio clasificado en categorías de calidad visual; por ejemplo: excelente, muy buena, buena, regular y mala.

De subjetividad controlada. Se basa en una escala universal de valores del paisaje, de tal forma que permite establecer cifras comparables en distintas áreas. Las categorías y valores pueden ser: espectacular, soberbio, distinguido, agradable, vulgar y feo. Se realiza con la participación de personal especializado y se utilizan escalas universales para lograr que la valoración subjetiva sea comparable entre sitios distintos.

De subjetividad compartida. Es similar al método de subjetividad aceptada. La valorización es desarrollada por un grupo de profesionales que deben llegar al consenso, con lo cual se eliminan posturas extremas dentro del grupo. En síntesis se somete a discusión la apreciación estética del paisaje.

De subjetividad representativa. En este caso, la valoración se realiza por una cierta cantidad de personas que son representativas de la sociedad. Se hace a través de encuestas, lo que permite una ordenación de los paisajes seleccionados. Se utilizan fotografías como apoyo.

Entre los métodos indirectos, se tienen los siguientes:

Métodos de valoración a través de componentes del paisaje. Se usan las características físicas del paisaje; por ejemplo: la topografía, los usos del suelo, la presencia del agua, etc. Cada unidad se valora en términos de los componentes y después los valores parciales se agregan para obtener un dato final.

Métodos de valoración a través de categorías estéticas. Cada unidad se valora en función de las categorías estéticas establecidas, agregando o compatibilizando las valoraciones parciales en un valor único. Se utilizan categorías como unidad, variedad, contraste, etc. Su punto central se relaciona con la selección de los componentes a utilizar y con los criterios que los representan.

Evaluación de la calidad intrínseca, calidad y absorción visuales del paisaje

La evaluación del paisaje para el presente proyecto se realiza utilizando el método de valoración a través de componentes del paisaje y se parte del concepto de Conesa Fdez-Vítora (1995), que define la Estética como “aquello que está relacionado con las características tanto de los objetos observados como las de los seres humanos que los perciben y cuya combinación hace que el objeto sea agradable o desagradable”.

Por lo anterior, para valorar los posibles impactos ambientales sobre la estética o paisaje, consecuencia de las actuaciones que se propongan, se consideran una las características propias de los objetos o recursos existentes en el sistema (características intrínsecas), la percepción de los seres humanos con respecto a dichos objetos o recursos (calidad) y una combinación de los dos anteriores denominada absorción visual, la cual se define como la capacidad del paisaje para acoger actuaciones propuestas sin que se produzcan variaciones en su carácter visual (Transec, S.A., 2009).

El paisaje es generalmente un conjunto de ecosistemas relativamente homogéneos tales como campos, prados, bosques, pueblos y ciudades, etc., compuestos por una matriz englobante, manchas y corredores (Gordon y Forman, 1983). La dimensión de un paisaje es variable, puede limitarse a unos pocos kilómetros, pero puede ser también mucho mayor.

Sin embargo, su característica más importante es que se demuestra como un indicador de todos los acontecimientos o procesos que han ocurrido a lo largo de su historia o están ocurriendo con respecto a procesos naturales y las actividades humanas.

Y es precisamente con respecto a las actividades humanas, que el paisaje es clara evidencia de la actitud humana hacia el medio ambiente y los recursos naturales a través del tiempo, de las afectaciones por remoción de vegetación, aprovechamientos de los recursos naturales o el valor que le da la sociedad a nuestro entorno.

Para el análisis del paisaje se delimitaron una unidad paisajística con base a las topoformas y al uso de suelo y vegetación de la Serie VI de INEGI. En el proyecto se presentan la topoforma de Lomerío típico y el uso de suelo y vegetación es Urbano construido. Con respecto a la composición vegetal presente en las áreas adyacentes del proyecto encontramos: agricultura de riego permanente, asentamientos humanos, veg. de desiertos arenosos y veg. sec. arbustiva de vegetación de desiertos arenosos.

El análisis del paisaje se realizó considerando criterios geo-ecológicos y de relieve, con el objetivo principal de obtener la Calidad Visual Vulnerable (CVV) como un indicador en función de la Calidad Visual (CV), Capacidad de Absorción Visual (CAV) y de la Visibilidad (V), los cuales se describen y calculan a continuación.

Calidad Visual del Paisaje (CV) en la cuenca o sistema ambiental

La calidad visual del paisaje referida como la valoración del atractivo visual del paisaje está en función de propiedades tales como colores, contrastes o formas que dependen de la morfología del paisaje, el tipo de vegetación y la presencia de cuerpos de agua entre otros.

Para realizar la evaluación de la calidad visual del paisaje, se contó con la ayuda del personal que participó en la toma de datos de campo, se realizó una evaluación de cada una de las unidades paisajísticas aplicando la siguiente expresión, misma que es desarrolla en un sistema de información geográfica utilizando el software Arc Gis 10.1.

Las clases de calidad visual determinadas dentro de la sistema ambiental se muestran en la tabla IV.195, y como se puede observar el 100% del proyecto se encuentra en la clase media la cual se localiza en un sistema de topoforma de lomerío típico y con un tipo de uso de suelo urbano donde la calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en una totalidad.

Tabla IV.195. Clases de la calidad visual.

VALOR	CLASE	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
1	Baja	1,924.15	10.65
2	Media	11,818.16	65.40
3	Alta	4,329.12	23.96
TOTAL		18,071.42	100.00

Particularmente para el área total del proyecto, la calidad visual del paisaje se circunscribe en su dentro de la clase media, esto debido principalmente a los elementos de color, fondo escénico, rareza y actividad humana.

Capacidad de Absorción Visual (CAV) en la cuenca o sistema ambiental

La capacidad de absorción visual es la capacidad que tiene un paisaje para acoger actuaciones propuestas sin que se produzcan variaciones en su carácter visual, lo que centra la atención. Esta variable es lo opuesto al concepto de “fragilidad visual”, que es la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se hace un uso de éste, en otras palabras, expresa el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones.

De acuerdo con lo anterior, a mayor capacidad de absorción visual corresponde menor fragilidad o vulnerabilidad visual.

Su valoración se realiza también a través de factores biofísicos ponderados individualmente. Son varios los elementos que intervienen en la CAV del paisaje, como son: las características ambientales de la cuenca que aumentan o disminuyen su capacidad de absorción visual, y que depende de factores como altura de la vegetación y características tipográficas como la pendiente, orientación y susceptibilidad a la erosión. Otros parámetros utilizados son la diversidad de la vegetación y el grado de actuación humana presente en el paisaje.

La evaluación de la calidad de absorción visual de cada una de las unidades de paisaje se aplicó la siguiente fórmula, la expresión se desarrolla en un sistema de información geográfica, utilizando el software Arc, Gis 10.1.

En la tabla IV.196 se presentan las clases de capacidad de absorción visual presentes en proyecto. Como se observa solo existe la clase alta, debido a que en esta clase dominan pendientes menores de 5°, y principalmente porque el nivel de erosión es bajo lo que hace que el paisaje sea menos

vulnerable a la fragilidad, además de que los elementos de potencial estético, diversidad de vegetación y contrastes de color tuvieron valores altos en la evaluación de la capacidad de absorción visual, a pesar de que es en esta clase se encuentran las superficies agrícolas y urbanas el paisaje aun no presenta alguna variación en su carácter visual.

Tabla IV.196. Clases de Capacidad de Absorción Visual.

CLASE	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
Baja	--	--
Media	--	--
Alta	18,071.42	100
TOTAL	18,071.42	100

Grado de Visibilidad en la cuenca o sistema ambiental

Para fines del estudio, la visibilidad es el espacio geográfico desde donde puede ser visto un proyecto o actuación humana, en otras palabras, su incidencia visual, que depende de la conformación del terreno, de propiedades de la vegetación y de las dimensiones propias del proyecto en particular.

Para el caso de este proyecto la determinación del grado de visibilidad se realizó primeramente haciendo una evaluación de cada una de las unidades de uso de suelo y vegetación que conforman la cuenca, los valores que se utilizaron en la evaluación fueron el 1, 2 y 3 con clases de visible, poco visible y no visible respectivamente, considerando para cada unidad las propiedades de la vegetación, la conformación del terreno y la pendiente.

Después de esto se procedió a realizar la unión y la suma de los valores de la evaluación de la pendiente con las unidades de uso de suelo y vegetación, a este resultado se le aplicó una

reclasificación donde se establecieron dos clases de grado de visibilidad del paisaje los cuales se concentran en la siguiente tabla IV.197.

Tabla IV.197. Grado de Visibilidad en la cuenca o sistema ambiental.

VALOR	CLASE	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
2	Poco Visible	18,071.42	100
1	Visible	--	--
TOTAL		15,784.84	18,071.42

Como se pudo observar el 100% de la superficie es poco visible, esto se le atribuye a que las pendientes dominantes son menores al 5° en las cuales se pueden encontrar sólo dunas de vegetación.

Calidad Visual Vulnerable en la cuenca o sistema ambiental

Para evaluar la sensibilidad al deterioro del paisaje del área de estudio, se utilizó el índice de Calidad Visual Vulnerable (CVV) en función de los atributos del paisaje antes expuestos (Calidad visual, Capacidad de absorción visual y Visibilidad). Los resultados obtenidos indican que la clase media es la que abarca la mayor superficie (tabla IV.198).

Tabla IV.198. Distribución de la Calidad Visual Vulnerable presente en la cuenca o sistema ambiental.

VALOR	CLASE	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
1	Media	1,924.15	10.65
2	Alta	16,147.28	89.35

VALOR	CLASE	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
TOTAL		18,071.42	100.00

La calidad visual vulnerable alta se distribuye casi en toda la superficie del proyecto (89.35%), tomando en cuenta la calidad visual vulnerable dentro del área total del proyecto abarca la clase alta.

Finalmente se presenta una tabla con los valores monetarios de cada uno de los servicios ambientales considerados como de afectación en la implementación del cambio de uso de suelo.

Tabla IV.199. Valores monetarios de los servicios ambientales

Servicios ambientales del artículo 7 fracción LXI de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	Cuantificación económica dentro del área sujeta a cambio de uso de suelo
	Predios de CUSTF de la cuenca o sistema ambiental
La provisión del agua en calidad y cantidad	198,000.00
La captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales	198,000.00
La generación de oxígeno	42,895.00
La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida	198,000.00
La protección y recuperación de suelos	428,715.00
Total	1,065,610.00

Teniendo los datos presentados anteriormente se tiene que el valor económico de los servicios ambientales para el predio de CUSTF de la obra del proyecto en estudio, asciende a \$ 1,065,610.00 pesos M.N. (un millón sesenta y cinco mil seiscientos diez pesos 00/100 M.N.).

4.12. Diagnóstico Ambiental

Las condiciones ambientales actuales en las que se encuentra el Sistema Ambiental definido para el proyecto **Central de combustión Interna (CCI) Parque industrial**, su Área de Influencia y Área del Proyecto, se tiene el siguiente inventario de los factores físicos, bióticos, y socioeconómicos

ÁREA DE ESTUDIO O SISTEMA AMBIENTAL

Está conformado por el límite de la microcuenca se encuentra inmersa en las **Microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado** dentro de la **Subcuenca Desierto de Altar** y dentro de la **Cuenca Río Desierto de altar – Río Bamori**, la cual a su vez pertenecen a la **Región Hidrológica RH 08 Sonora Norte**

Tabla IV.168. Superficies de uso de suelo y vegetación de cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental identificado.

No.	Nombre	Área CHF (Ha)	%
1	Agricultura de riego permanente	498.98	2.76
2	Urbano construido	1426.33	7.89
3	Vegetación de desiertos arenosos	4329.27	23.95
4	Vegetación secundaria arbustiva de Vegetación de desiertos arenosos	11822.76	65.4
Total		18077.34 (180.7734 km ²)	100.00

Con base en la tabla se puede observar que en total se identificó **un tipo de vegetación:** de desiertos arenosos. En el caso del Uso de suelo: **dos** áreas, una definida como agricultura de riego permanente y la otra zona de uso urbano construido

Incidencia del Proyecto: El proyecto incide en una superficie de **9 ha** el cual interactúa con la Vegetación de desiertos arenosos, el cual cubre una superficie total de **16,152.03 ha** (161.5203 km²).

Clima y fenómenos meteorológicos

Clima. El tipo de clima del Área del Proyecto (AP) y en el área de influencia corresponde un clima **BWhw(x´) Muy Seco Semicálido**, está basado en las variables *temperatura* y *precipitación*, y es el clima predominante en la unidad de análisis, ya que cubre el 100 % del área; Este clima el corresponde al grupo de climas secos (B), siendo el más seco de los secos (W), semicálido con invierno fresco y temperaturas media anual 18° a 22 °C y del mes más frío < 18 °C (h) y con régimen de lluvias de verano (w).

Tabla IV.169. Tipo de clima en la Cuenca Hidrográfica

Tipo de clima	Superficie (ha)	Porcentaje
BWhw(x´) Muy seco semicálido	18077.33	100 %
Total	18077.33	100 %

Interacción con el Proyecto. El clima se mide en términos del tipo de clima, y sus condiciones favorables o desfavorables varía según el uso del suelo que se trate. Por lo que se puede decir, la interacción con el proyecto con el clima **BWhw(x´) Muy Seco Semicálido**, es favorable.

Balance climático. De la determinación de los índices de calor, de evaporación, movimiento de húmeda, deficiencia de agua, escurrimientos, aridez, en el estudio realizado, la superficie (9 ha) que ocupara el proyecto no modificara la variable que determinan el balance climático del SA.

Fenómenos meteorológicos

Debido a la posición geográfica de la región donde se delimita el SAR o CHF, AI y AP, el Proyecto eléctrico y considerando que están dentro del desierto sonorentes, están sujetos a los efectos de una serie de fenómenos meteorológicos que se presentan anualmente en la Península, como son:

Ciclones tropicales, Lluvias tipo tormenta, Mareas de tormenta, inundaciones, son los más relevantes

Los eventos meteorológicos que se han registrado en la región, según el Atlas Nacional de Riesgos del estado de Sonora (s/f) se manifiestan depresiones, tormentas tropicales y huracanes de categorías 1, es decir, que alcanzan velocidades de hasta 153 km/h. Los registros estadísticos indican la ocurrencia de solo tres fenómenos en los últimos 50 años, una depresión tropical, una tormenta tropical y un huracán de categoría 1, que se han desplazado hasta la región del SAR o CHF según el Centro Nacional de Huracanes de Miami, Florida (2010).

En la región donde se ubica la CHF o SAR del Proyecto, la probabilidad de riesgo por incidencia de altas velocidades de viento es baja, es decir, se esperan depresiones y tormentas tropicales alcanzando velocidades inferiores a 118 km/h. Con respecto a la vulnerabilidad de inundación en el SAR o CHF, de acuerdo con el CENAPRED (2007) y la CONAGUA, éste es de grado medio; mientras que el índice de peligro por inundación se valora como muy alto (CENAPRED, 2016).

Geología y geomorfología

Fisiografía.

El área estudio recae en la Provincia fisiográfica que lleva de nombre de “Llanura Sonorense”, la cual a su vez se divide en la Subprovincia Fisiográfica “Desierto de Altar” como se puede apreciar en la tabla IV.170.

Tabla IV.170. Provincia y subprovincia fisiográfica de la Cuenca Hidrológica Forestal

Provincia	Subprovincia	Sup. (ha)	Porcentaje
Llanura Sonorense	Desierto de Altar	18 077.33	100 %

Adicional a la consulta de la carta fisiográfica se revisó también la carta de topofomas del INEGI, y debemos referir que la Cuenca hidrográfica presenta un Campo de dunas típico.

Respecto al Campo de dunas debemos decir que este es una acumulación de arena suave y seca, formada por la acción cambiante del viento, lo que a su vez genera variaciones en sus cantidades al moverse constantemente

Otro aspecto importante, para entender la calidad ambiental de la Cuenca Hidrográfica-forestal es que el continuo avance de estas arenas suele invadir regiones pobladas, obstruyendo vías de comunicación, caminos, rutas, cultivos, etcétera. Por supuesto, esta situación puede generar graves consecuencias según la cantidad de arena arrastrada

Relieve

El SAR o CHF está inmerso en una planicie desértica en su totalidad y forma parte del desierto de Altar con elevaciones que van de los 20 a los 60 msnm (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2002). Las principales elevaciones se localizan al noreste del municipio de San Luis Río Colorado, destacan las serranías de El Tule, El Zumbador, El Rosario, Las Pintas, La Tinaja y Malpaís que alcanzan elevaciones hasta los 800 msnm (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 1996).

Geología.

El SAR o CHF, de acuerdo a su condición geológica que está inmersa en una región con presencia de grandes llanuras (campos de dunas) y sierras aisladas. La condición geomorfología es el resultado de la intrusión de rocas graníticas, la actividad volcánica y la deposición de sedimentos de diferente origen afectados por las fuerzas tectónicas que provocaron el fallamiento de las rocas Paleozoicas, Mesozoicas y Cenozoicas aunados al sistema de fallas de San Andrés. Las unidades geomórficas identificadas son el delta del Río Colorado ubicado al oeste del estado de Sonora, así como el aparato volcánico de Cerro Prieto y la Mesa Arenosa de San Luis ubicada al este de dicha entidad (Comisión Nacional del Agua, 2020)

En el SAR, así como el AI y AP se identifican dos diferentes depósitos, aluvial y eólico del cenozoico cuaternario. Los depósitos aluviales son una masa de sedimentos dendríticos, transportados por un río casi siempre temporalmente en puntos a lo largo de su llanura de inundación. Están normalmente compuestos por arenas y gravas (terrazza fluvial, rejuvenecimiento, depósitos coluviales, depósitos eluviales). Mientras que los depósitos eólicos son fracciones más finas de arcillas, limos y arenas disgregadas de las rocas por meteorización o erosión que son transportadas y acumuladas por el viento, sobre todo en regiones bajas donde sopla fuerza y en dirección constante (INEGI, 2009, y SGM, 2020).

Tabla IV.171. Origen del tipo de roca geológica en el SAR o CHF

Área	Era geológica	Sistema	Roca
Sistema Ambiental Regional o CHF	Cenozoico	Cuaternario Q(s)	Sedimentaria: se forman por la precipitación y acumulación de materia mineral de una solución o por la compactación de restos vegetales y/o animales que se consolidan en rocas duras.
Área de Influencia		Representado por las dunas de los desiertos de Altar y Yuma	
Área de Proyecto			

Fallas y zonas de fracturas

Se destaca que en el Predio que conforma el polígono del Proyecto **CCI Parque Industrial**, **NO** incidirá sobre falla geológica alguna o que se encuentra inmerso en alguna zona de fractura, por lo que la infraestructura eléctrica que se instalará en el predio seleccionado para el cambio de uso de suelo en terreno forestal **no** se verá afectada por ello.

Deslizamientos y susceptibilidad a sismicidad

El **SAR o CHF del Proyecto** quedara ubicado en la “Zona D” según la clasificación de zonas sísmicas para la República Mexicana, Para la “Zona D” se describen grandes fenómenos sísmicos históricos, considerados con ocurrencia de sismos muy frecuente y donde las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70 % de la aceleración de la gravedad.

Suelo

Se identificó que la Cuenca Hidrográfica definida como área de análisis para el Proyecto, presenta suelo de tipo Regosol, dado por las siguientes fórmulas: $Rc+Re/1$ y $Re+Rc/1/G$, como se puede apreciar en la siguiente tabla IV.172.

Tabla IV.172. Unidades de suelo presentes en la Cuenca hidrográfica

Unidad de suelo	Simbología	Superficie (Ha)	Porcentaje
-----------------	------------	-----------------	------------

Regosol calcárico + Regosol eútrico / Gruesa	$Rc+Re/1$	17552.21	97.10
Regosol eútrico + Regosol calcárico / Gruesa	$Re+Rc/1/G$	525.12	2.90
	Total	18077.33	100.00

Material parental y formación

Son suelos minerales poco evolucionados que se forman sobre diversos tipos de material parental deleznable, expuestos a la erosión por su posición topográfica. El material parental puede ser de sedimentos de ríos o marinos, así como sedimentos volcánicos, areniscas o arcillas.

Se trata de materiales de grano fino no consolidados, debido a bajas temperaturas en el suelo, a sequía extrema o a procesos erosivos permanentes.

Limitaciones y manejo

Por su alta porosidad tienen muy baja capacidad para retener el agua, siendo sensibles a la sequía y el horizonte superficial ótrico tiende a formar costra al secarse. Ante estas condiciones, estos suelos requieren un manejo adecuado para la producción agrícola, entendiendo que no serán muy productivos. Entre otras cosas requieren riego abundante o técnicas como el riego por goteo que maximizan la eficiencia en el uso del agua.

Degradación de los suelos

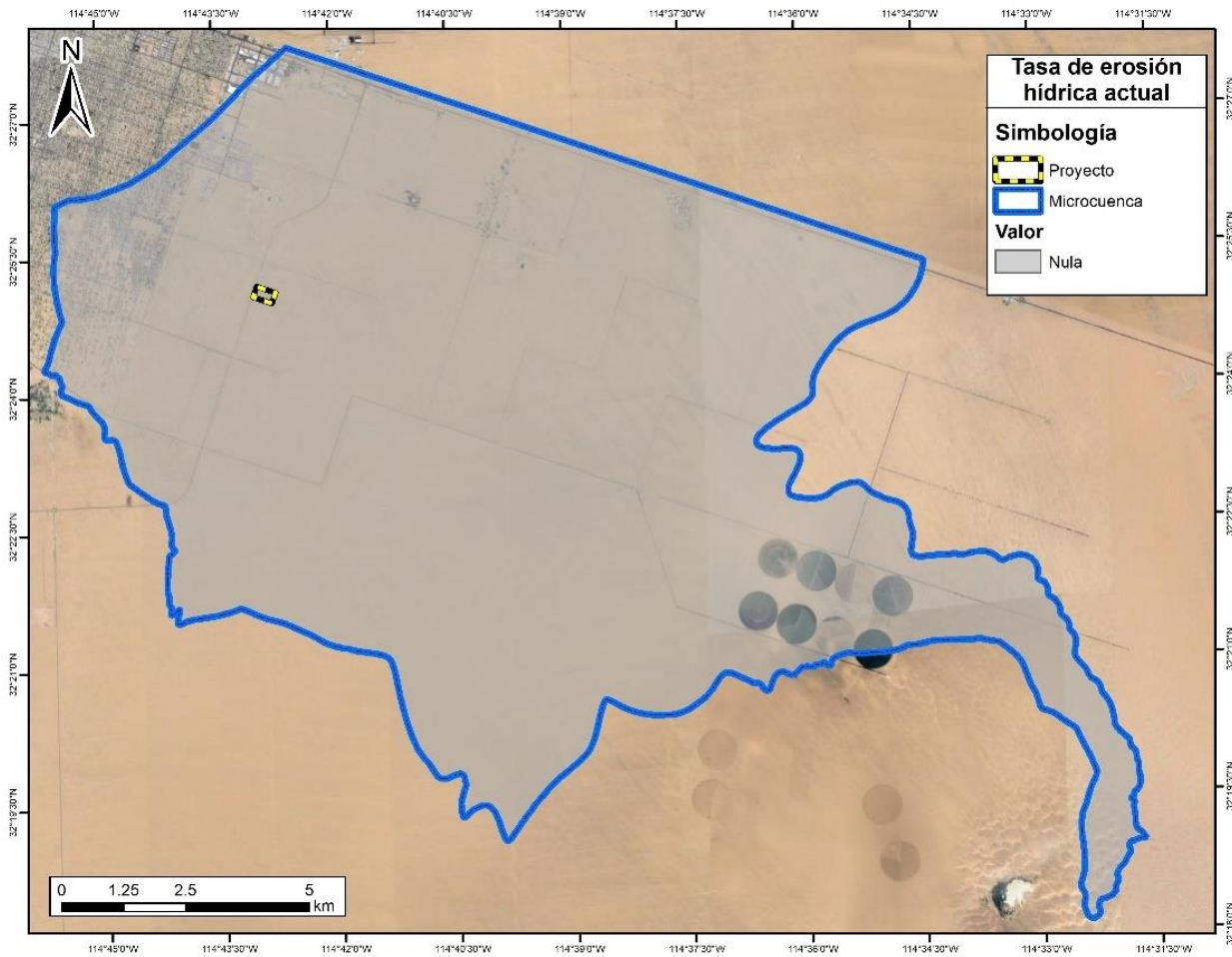
Con el fin de evaluar el tipo de la degradación de suelo donde incide el proyecto y su posible afectación al mismo por las actividades y obras de la CCI Parque Industrial y de acuerdo a esta metodología el 2.2% de la superficie de la microcuenca presenta una degradación de suelo física por pérdida de la función productiva. El otro 97.8% de la superficie de la microcuenca aparentemente no presenta degradación.

Cálculo de la Pérdida de Suelo por Unidad de Superficie

Los volúmenes de pérdida potencial de suelo en el área de análisis oscilan entre las nula y ligera en la mayor parte del área de estudio, mismas que para su análisis e interpretación se agruparán en cinco clases frecuentemente utilizadas, (tabla IV.173).

Tabla IV.173. Clasificación y proporciones de las tasas de erosión actual registradas en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental.

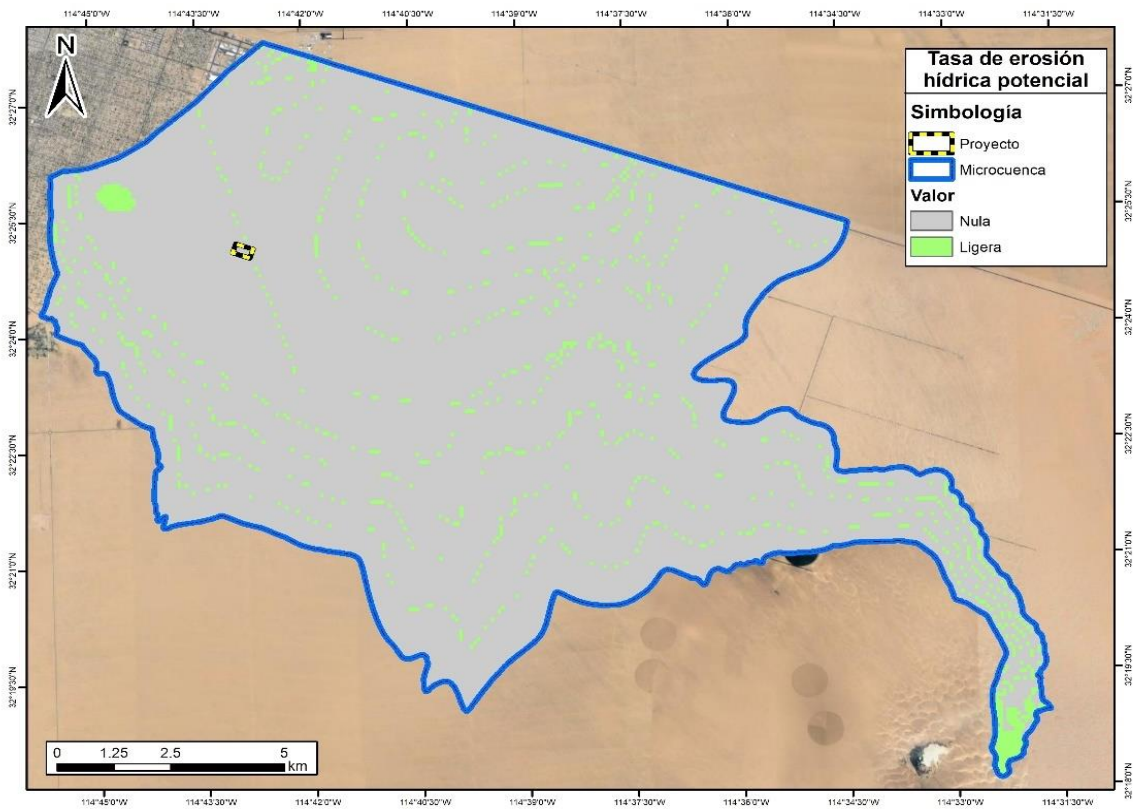
Rango	Cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental	
	Área (Ha)	%
Nula (0 a 5 Tn/Ha)	18,077.33	100
Ligera (5 a 10 Tn/Ha)	--	--
Moderada (10 a 50 Tn/Ha)	--	--
Alta (50 a 200 Tn/Ha)	--	--
Muy Alta (> 200 Tn/Ha)	--	--



Mapa IV.45. Ubicación de tasas de erosión actual en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental

Tabla IV.174. Clasificación y proporciones de las tasas de erosión potencial registradas en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental.

Rango	Cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental	
	Área (Ha)	%
Nula (0 a 5 Tn/Ha)	17,224.20	95.28
Ligera (5 a 10 Tn/Ha)	852.79	4.72
Moderada (10 a 50 Tn/Ha)	--	--
Alta (50 a 200 Tn/Ha)	--	--
Muy Alta (> 200 Tn/Ha)	--	--



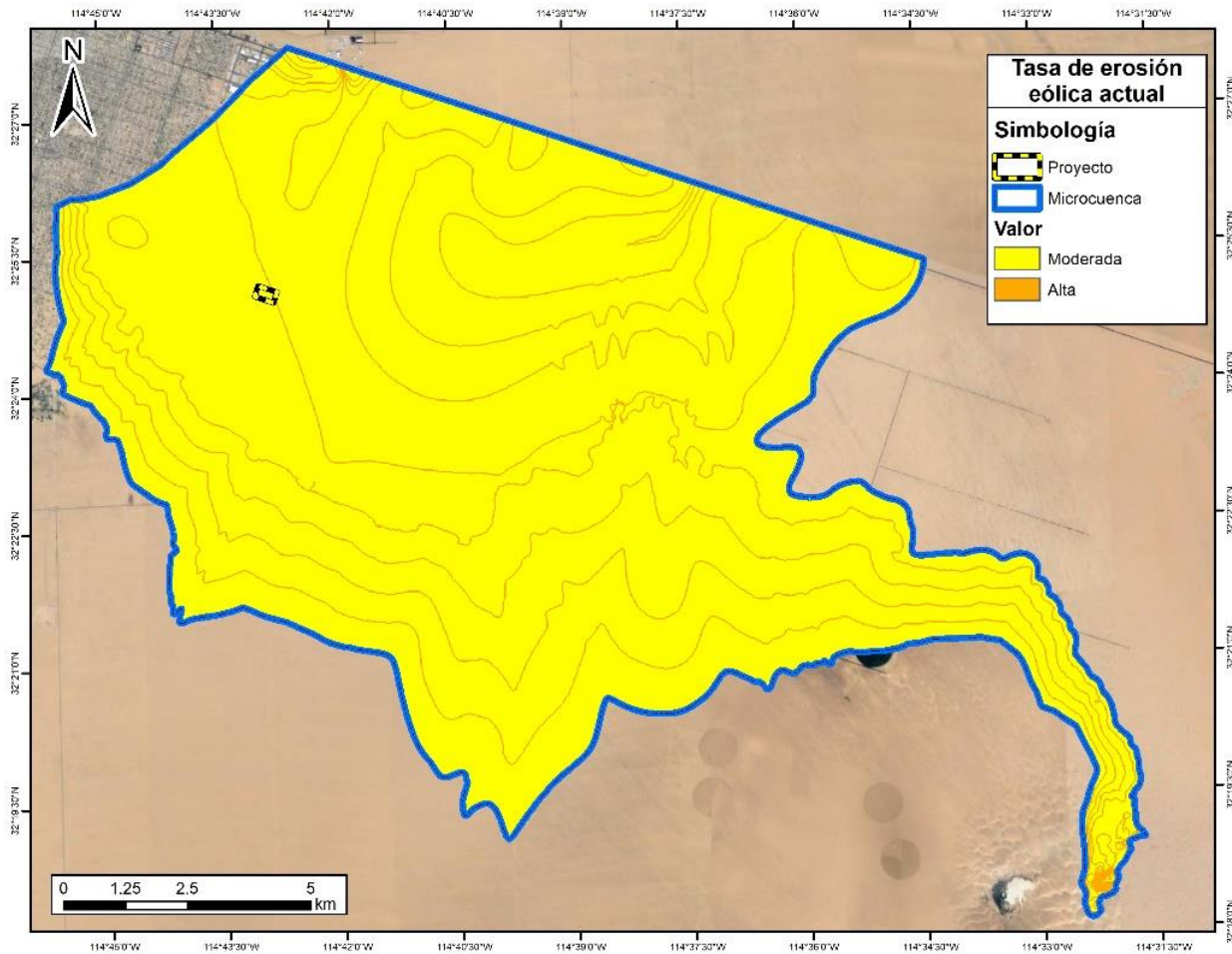
Mapa IV.46. Ubicación de tasas de erosión potencial de la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental.

Erosión eólica

Erosión Eólica Actual. El grado de afectación que presenta la erosión por efecto del viento del SA por tasa de erosión son:

Tabla IV.175. Clasificación y proporciones de las tasas de erosión actual registradas en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental.

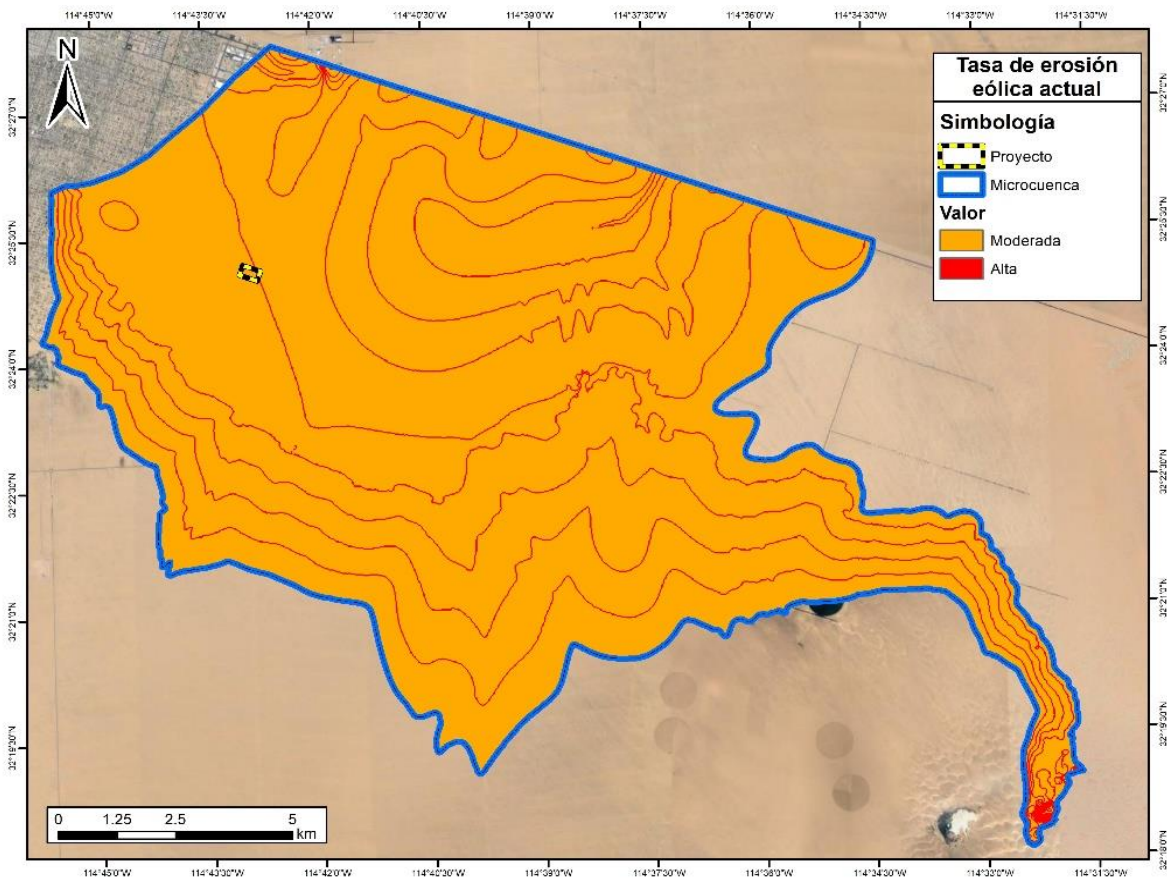
Rango	Cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental	
	Área (Ha)	%
Nula (0 a 5 Tn/Ha)	--	--
Ligera (5 a 10 Tn/Ha)	--	--
Moderada (10 a 50 Tn/Ha)	17,224.20	95.28
Alta (50 a 200 Tn/Ha)	852.79	4.72
Muy Alta (> 200 Tn/Ha)	--	--



Mapa IV.47. Pérdida de suelo por erosión eólica actual en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental

Tabla IV.176. Clasificación y proporciones de las tasas de erosión potencial en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental.

Rango	Cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental	
	Área (Ha)	%
Nula (0 a 5 Tn/Ha)	--	--
Ligera (5 a 10 Tn/Ha)	--	--
Moderada (10 a 50 Tn/Ha)	--	--
Alta (50 a 200 Tn/Ha)	17,224.20	95.28
Muy Alta (> 200 Tn/Ha)	852.79	4.72



Mapa IV.48. Pérdida de suelo por erosión eólica potencial en la cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental.

Pérdida del suelo hídrica

De acuerdo a la cartografía temática del INEGI (carta de Edafología) el suelo dominante en el ecosistema afectado de vegetación de desiertos arenosos es la Regosol calcárico (Rc), por lo que considerando el rango de valores para esta variable para el área del predio sujeto a CUSTF es: **1.0**.

Con base en los valores que se presentan, se obtiene el volumen de total de erosión hídrica que ocurre en las condiciones previas al CUSTF, en la superficie que ocuparía el proyecto y de acuerdo con el tipo de vegetación.

Tenemos como resultado que la erosión hídrica antes de realizar el desmonte es nula de **-0.308** expresada en términos de toneladas por hectárea por año, esto es, **-2.773 toneladas** por año en las **9.00 ha** donde se solicita autorización de desmonte o CUSTF para construir el proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial en estudio de vegetación de desiertos arenosos.

Lo que significa que anualmente dentro del predio no se pierde suelo por la erosión hídrica.

Tabla IV.177. Resumen de la erosión hídrica actual

Tipo de vegetación	Superficie del proyecto que requiere CUSTF ha	Volumen Ton/ha/ año erosión hídrica actual	Volumen total actual del área de CUSTF Ton/ha/ año erosión hídrica	Perdida de lámina de suelos en mm
Vegetación de desiertos arenosos	9.00	-0.308	-2.773	-0.02773
Total	9.00	-0.308	-2.773	-0.02733

Pérdida de posterior a la ejecución del CUSTF

Con la ejecución del CUSTF (desmonte para la construcción de la obra en estudio), está claro que se incrementará la pérdida de suelo, ya que se removerá vegetación en una superficie de **9.00 ha**

para la Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial, por lo que ahora corresponderá a un suelo semejante al de un terreno o predio baldío, terracería o zona sin vegetación aparente tomando un valor de **0.40**.

Al realizar el comparativo entre lo que actualmente se erosiona (sin proyecto y posterior al CUSTF), se aprecia una diferencia de erosión hídrica que se deberá mitigar con la implementación de las medidas de mitigación propuestas.

Tabla IV.178. Comparativo final de la erosión hídrica actual y posterior al CUSTF:

Tipo de vegetación	Superficie del proyecto que requiere CUSTF ha	Volumen Ton/ha/año erosión hídrica		Volumen total por el CUSTF Ton/ año erosión hídrica		Volumen Ton/total/CUSTF erosión hídrica que debe ser mitigable
		Sin proyecto	Con proyecto	Sin proyecto	Con proyecto	
Vegetación de desiertos arenosos	9.00	-0.308	-0.822	-2.773	-7.396	-4.626
Total	9.00			-2.773	-7.396	-4.626

En base a lo anterior como medida de mitigación principal es reducir la afectación de la vegetación forestal dentro del predio del proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial es aplicando el esquema de manejo (afectación de manera paulatina), el cual se refleja en el escenario 3 en donde comparado con la condición original sin proyecto abra un decremento (nulo) real y final de **-4.626 ton/año** totales, para el proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial con vegetación de desiertos arenosos (**-4.626 ton/año**), derivadas por el desmonte del proyecto, el cual al no haber erosión hídrica alguna no requiere ser minimizado o mitigado con obras de conservación de suelos

Agua

Hidrología superficial y subterránea

Hidrológica superficial

De acuerdo con los estudios de CONAGUA (2007), el recurso hídrico prevaleciente en el **SAR** o **CHF** corresponde a las aportaciones que tengan las regiones hidrológicas y cuencas donde está inmerso. Estas regiones son: Regiones Hidrológicas Río Colorado (RH7) y la Región Hidrológica Sonora Norte (RH8). La RH7 comprende la Cuenca Río Colorado, la subcuenca Río Colorado y la microcuenca San Luis Río Colorado. La RH8; está representada por la Cuenca Desierto de Altar–Río Bámori, la subcuenca Puerto Peñasco y la microcuenca Desierto de Altar.

Tabla IV.179. Esquema de las unidades y subunidades hidrológicas en la región del Proyecto.

CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA
SAR o CHF		
Desierto del Altar-Río Bamorí	Puerto Peñasco	Desierto De Altar
Río Colorado	Río Colorado	San Luis Río Colorado
AI		
Río Colorado	Río Colorado	San Luis Río Colorado
Desierto del Altar-Río Bamorí	Puerto Peñasco	Desierto De Altar
AP		
Desierto del Altar-Río Bamorí	Puerto Peñasco	Desierto De Altar

Hidrología subterránea

En el territorio del **SAR** o **CHF**, **AI** y **AP** del **Proyecto CCI Parque Industrial** coincide con el distrito del acuífero Valle de San Luis Río Colorado definido con la clave 2601 por CONAGUA. Se localiza en la porción noroeste del estado de Sonora, entre las coordenadas geográficas 31° 38' y 32° 29' latitud norte y 114° 17' y 115° 03' longitud oeste cubriendo una superficie de 4 397 km².

El acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 3, de acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2020; esto dado que **la condición en la que se encuentra el acuífero es sobreexplotado** (DOF del 17 de septiembre de 2020).

Nota. No se extraerá agua ni se solicitarán permisos para la explotación de pozos. El consumo de agua requerido para la **CCI Parque Industrial**, será el uso de agua comprada para operar mediante un circuito cerrado.

En el SAR o CHF se encuentran siete estaciones de la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua subterránea, OCPBC4377, OCPBC4367, OCPBC4368, OCPBC6317, OCPBC5362, OCPBC5361 y OCPBC6316. Con un indicador de calidad de agua que va de color verde a rojo, es decir, solo un pozo cumple con todos los indicadores (OCPBC4377, semáforo verde), el cual se encuentra a 7,5 km del AP.

Los valores de cada uno de los parámetros analizados para el indicador de calidad de agua de los pozos dentro del SAR se indican a manera de resumen en la tabla

Tabla IV.180. Calidad de agua subterránea de 7 estaciones distribuidas en el SAR o CHF del Proyecto CCI Parque Industrial, en el estado de Sonora.

Nombre	OCPBC43 77: La Mesa Arenosa		OCPBC43 67: Sistema de Infiltración de Aguas Residuales 1		OCPBC43 68: Sistema de Infiltración de Aguas Residuales 2		OCPBC63 17: Ejido Las Adelitas		OCPBC53 62: Pozo 15		OCPBC53 61: Pozo No. 3		OCPBC63 16: Ejido Islita	
	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación
Semáforo	[Verde]		[Rojo]		[Rojo]		[Amarillo]		[Amarillo]		[Amarillo]		[Amarillo]	

Disponibilidad media anual de agua subterránea

Tabla IV.181. Disponibilidad media anual del acuífero Valle de San Luís Río Colorado clave 2601

Clave	Acuífero	R	DNCOM	VEAS	DAS
		Millones de metros cúbicos anuales			
2601	Valle de San Luís Río Colorado	236,8	32,5	297,6560	-93,356000

Nota: R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEAS: volumen de extracción de aguas subterráneas; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea

Cabe mencionar que la operación del Proyecto no consumirá agua del acuífero o de cualquier otra fuente superficial, esto debido a que se contempla el uso de agua cruda proveniente del sistema de descargas del municipio de San Luis Río Colorado para cubrir las necesidades temporales en las etapas del proyecto (Preparación del sitio y construcción).

Infiltración con las obras de conservación de suelos y captación de agua e infiltración.

Considerando al volumen actual que se infiltra para la CCI Parque Industrial = 3,693.89 m³/año, menos el volumen que se infiltrará posterior a la posible ejecución del CUSTF para la CCI Parque Industrial = 2,350.66 m³/año, resulta una demasía o diferencia de volumen de infiltración que se reducirá con el posible CUSTF m³/año de aproximadamente **1,343.23 m³/año**, volumen que deberá ser mitigado al 100%.

Por lo que se requerirá una superficie de aproximadamente **3.0 ha**, en las cuales se construirán **6.0 zanjas** bordo la cuales lograran captar e infiltrar aproximadamente **19.40 m³/año por evento**, que **multiplicado por los 11.90 eventos al año, se logrará captar 1,385.16 m³/año en las 3.0 ha propuestas.**

Por lo que se concluye que el desarrollo del proyecto, **No disminuye la Captación del agua**, siempre y cuando se establezcan de manera adecuada y oportuna las medidas propuestas

En relación con la calidad del agua, los argumentos que muestran que no se compromete este atributo del recurso se sustentan en los siguientes hechos:

- ☞ El desarrollo del proyecto no contempla dentro de su proceso constructivo el uso de sustancias químicas que pudieran en su caso, modificar las propiedades físico-químicas y biológicas del recurso.
- ☞ No se plantea la construcción de estructuras de soporte sobre los afluentes ni cerca de las riberas de los mismos.
- ☞ Se mantendrá un estricto programa de manejo de residuos sólidos a fin de evitar que la basura que se genere en los diferentes frentes de trabajo.

Tales consideraciones, garantizan la no modificación de la calidad del recurso hídrico en el área del proyecto. Bajo los argumentos anteriores, puede señalarse que el proyecto **no causa el deterioro de la cantidad y calidad del agua.**

AIRE

La ciudad de San Luis Río Colorado es una de las once zonas urbanas más importantes del estado de Sonora

El Programa de gestión para mejorar la calidad del aire (ProAire) del estado de Sonora (2017-2026), las principales actividades y fuentes que generan contaminación atmosférica en el municipio de San Luis Río Colorado son los caminos no pavimentados, quemas agrícolas, al uso de vehículos (camionetas tipo pick up). En la tabla IV.182, se indican las cantidades que emiten diferentes fuentes por tipo de contaminante que afecta la calidad del aire en el SAR o CHF.

Tabla IV.182. Porcentaje de emisiones por categoría

Categoría	Porcentaje de emisión (%)				
	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	NO _x	CO
Caminos no pavimentados	27,5				
Labranza agrícola	25,1	13,6			
Quemas agrícolas	17,1	39,7	26,0		16,2
Caminos pavimentados	16,5				
Ladrilleras	11,5				

Categoría	Porcentaje de emisión (%)				
	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	NO _x	CO
Autos particulares y taxis			27,6	23,6	36,6
Camionetas y pick up			24,4	24,7	36,5
Vehículos >3 ton y tractocamiones				23,4	
Autobuses				10,7	
Otras	13,8	35,2	22,0	17,6	10,7
Total	100	100	100	100	100

Con la finalidad de estimar el peor escenario que se presentaría por la operación del Proyecto con 22 unidades motogeneradoras empleando como combustible gas natural, se tomó en cuenta la concentración máxima que aportaría el Proyecto.

Cabe señalar que, con relación a los NO_x, tanto con gas natural como con diésel, se consideraron dentro de la ejecución del modelo AERMOD las relaciones de formación del NO₂ a partir de la tasa de emisión de los NO_x por lo que las concentraciones estimadas por el modelo son reportadas como dióxido de nitrógeno, NO₂.

En esta Tabla se indica el contaminante evaluado, la concentración máxima estimada y la localización respecto al punto central del Proyecto. Además, se realiza la comparación de las emisiones estimadas respecto a los límites máximos permisibles que establece la normativa correspondiente a la calidad del aire.

En la Tabla IV.183. se muestran los resultados de las posibles emisiones del NO₂, generados durante la operación con gas natural.

Tabla IV.183. Resultados de las concentraciones. Operación con Gas Natural

Contaminante	Combustible	Valor Estimado (µg/m ³)	Localización del Valor Máximo	Límite Máximo Permissible (µg/m ³)	% por debajo de la norma
--------------	-------------	-------------------------------------	-------------------------------	--	--------------------------

Óxidos de Nitrógeno (NO ₂), 1 h	Gas Natural	49,47	a 88 m en dirección N respecto al Proyecto	395 (NOM-023-SSA1-1993)	-77,72
---	-------------	-------	--	-------------------------	--------

Asimismo, se muestran los resultados de las posibles emisiones del NO₂, SO₂ y PM₁₀ generados por la operación con diésel de las 22 unidades motogeneradoras del Proyecto. En la Tabla IV.183-bis se indica el contaminante evaluado, la concentración máxima estimada y la localización respecto al punto central del Proyecto. Además, se realiza la comparación de las emisiones estimadas respecto a los límites máximos permisibles que establece la normativa correspondiente a la calidad del aire.

Tabla IV.183-bis Resultados de las concentraciones. Operación con Diésel

Contaminante	Combustible	Valor Estimado (µg/m ³)	Localización del Valor Máximo	Límite Máximo Permissible (µg/m ³)	% por debajo de la norma
Dióxido de Azufre (SO ₂) 24 h	Diésel	6,47	a 88 m en dirección N respecto al Proyecto	104.8 (NOM-022-SSA1-2019)	-93,83
Óxidos de Nitrógeno (NO ₂), 1 h	Diésel	141,01	a 88 m en dirección N respecto al Proyecto	395 (NOM-023-SSA1-1993)	-64,30
Partículas PM ₁₀ 24 h	Diésel	0,406	a 88 m en dirección N respecto al Proyecto	75 (NOM-025-SSA1-1993)	-99,45

VEGETACIÓN

En la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado, donde se ubica el proyecto, se identifican 4 ambientes bien definidos y determinados por los componentes ambientales, tales como el tipo de suelo, pendiente y uso de suelo

En la tabla IV. se presentan las superficies y porcentajes de los diferentes usos del suelo presentes en el área de estudio, cabe aclarar que para el caso específico de las zonas con vegetación forestal se utilizó las cartas temáticas de la serie VI de INEGI mediante el cual señala el área en estudio como zona de vegetación de desiertos arenosos.

Tabla IV.184. Usos del suelo y vegetación en el área de estudio.

No.	Nombre	Área CHF (Ha)	%
1	Agricultura de riego permanente	498.98	2.76
2	Urbano construido	1426.33	7.89
3	Vegetación de desiertos arenosos	4329.27	23.95
4	Vegetación secundaria arbustiva de Vegetación de desiertos arenosos	11822.76	65.4

Comunidad vegetal presente en el predio en proyecto

La vegetación de desiertos arenosos es una comunidad formada por elementos arbustivos que se agrupan en manchones sobre dunas, fijándolas progresivamente.

el tipo de vegetación es de **vegetación de desiertos arenosos (VDA)** y el uso del suelo con base en la clasificación es **forestal**. Los usos de suelo y vegetación suelo se presenta en la tabla IV.185 y la ubicación de las áreas forestales donde se requiere el cambio de uso de suelo se presentan en la tabla IV.186.

Tabla IV.185. Uso de suelo y vegetación en el predio para la Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial.

Nombre del Titular del Predio	Superficie (ha)		Tipo de Vegetación y/o Uso	Requiere ACUSTF	
	Forestal	No Forestal		Si	No
Comisión federal de electricidad (CFE)	9.00	--	Vegetación de desiertos arenosos (VDA)	Si	
Total	9.00	--			

Tabla IV.186. Superficie forestal en el predio de la obra Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial.

Propietario	Polígono	Vértices	Coordenadas		Superficie		Vegetación	Volumen m ³ VTA
			X	Y	m ²	ha		
Comisión Federal de Electricidad (CFE)	1	1	714743.99	3589249.64	90,000.0	9.00	Vegetación de desiertos arenosos (VDA)	6.833
		2	715123.82	3589124.22				
		3	715053.27	3588910.57				
		4	714673.44	3589035.98				
Total					90,000.0	9.00		6.833

Vegetación de desiertos arenosos

En este apartado se hace una descripción de las condiciones, de las densidades, frecuencias y densidades relativas, así como de los índices de valor de importancia y de diversidad de la vegetación de desiertos arenosos presente en la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado y en el predio donde se ubica el proyecto.

- Composición florística

Durante los muestreos de campo se registraron las especies florísticas, tanto del área del proyecto y de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado, (tabla IV.82).

El estado de conservación en la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado que registra esta comunidad vegetal, cualitativamente tiende a ser bajo, debido a que los terrenos que tuvieron vegetación forestal se han venido utilizando para la agricultura de riego sobre todo en terrenos con pendientes suaves donde el principal uso es el agrícola; y en aquellos que se establecieron en laderas por la erosión presentada en el suelo se encuentran en desuso o tienen afinidades para actividades pecuarias; la incidencia sobre la comunidad vegetal de vegetación de desiertos arenosos, también se ha venido presentando por la construcción y operación de caminos de terracería, industria, así como también el crecimiento de la frontera urbana y las actividades industriales.

Con relación a “perturbaciones” que se presentan en el predio del proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial, se encuentra cualitativamente en mal estado, debido principalmente a las actividades urbanas e industriales, así mismo las construcciones de carreteras y caminos vecinales ha propiciado un deterioro en el suelo, la flora y fauna del lugar.

El estado de la riqueza, abundancia y diversidad florística del SA

Estos indicadores presentan los siguientes números para la vegetación de desiertos arenosos (VDA)

Vegetación de desiertos arenosos (VDA) (estrato arbustivo):

se puede observar que la especie dominante del estrato arbustivo de vegetación de desiertos arenosos en cobertura vegetal es la "*Ambrosia dumosa*" la cual registra un 57.33%, le sigue la "*Larrea tridentata*" con el 42.67%, que juntas tienen una importancia por encima del **100.00%** del total del índice de dominancia.

El índice de diversidad para el estrato arbustivo de vegetación de desiertos arenosos se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Ambrosia dumosa* (0.36652); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron *Larrea tridentata* con un valor de 0.30650

El estrato arbustivo de la vegetación de desiertos arenosos del área en estudio, posee una riqueza específica de **2** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.9710**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo en el área de estudio es de **0.6931** y **H'** es de **0.6730**.

El resultado señala que el estrato arbustivo de la comunidad de vegetación de desiertos arenosos presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la

mayor diversidad se concentra en **dos** de las **2** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **100.00%**

Vegetación de desiertos arenosos (Estrato herbáceo):

Con relación al índice de diversidad para el estrato herbáceo de vegetación de desiertos arenosos se observa que, los valores más altos, fue para las especies de *Plantago ovata* con 0.34657, seguido por *Amsinckia tessellata* con 0.34657 y *Chorizanthe rigida* con 0.27418, por último, los más bajos son *Abronia villosa*, *Hesperocallis undulata* y *Palafoxia arida* todas con 0.09954 cada una

El estrato herbáceo de la vegetación de desiertos arenosos del área en estudio, posee una riqueza específica de **07** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.7017**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato herbáceo en el área de estudio es de **1.9459** y **H'** es de **1.3655**.

El resultado señala que el estrato herbáceo de la comunidad de vegetación de desiertos arenosos presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **03** especies (derivado a su abundancia) de las **07** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución por debajo del **66.48%**

Tabla IV.187. Resumen de Indicadores de diversidad

Tipo de vegetación	Estrato	Riqueza	Índice de diversidad Shannon-Wiener (H')	Índice de equidad de Pielou (J')
Vegetación de desiertos arenosos (VDA)	Arbustivo	2	0.6931	0.9710
	herbáceo	07	1.3655	0.7017

El estado de la riqueza, abundancia y diversidad florística del Predio sujeto a CUSTF de la obra en estudio

Se puede observar que la especie dominante del estrato arbustivo de vegetación de desiertos arenosos en cobertura vegetal es la "*Larrea tridentata*" la cual registra un 91.81%, le sigue la

“*Ambrosia dumosa*” con el 7.19%, que juntas tienen una importancia por encima del **100.0%** del total del índice de dominancia.

El resultado señala que el estrato arbustivo de la comunidad de vegetación de desiertos arenosos presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **dos** de las **2** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **100.00%**

El índice de diversidad para el **estrato arbustivo** de vegetación de desiertos arenosos se observa que los valores más altos fueron para la especie de *Ambrosia dumosa* (0.05000); mientras que la especie con menor índice de diversidad fueron *Larrea tridentata* con un valor de 0.01105.

El estrato arbustivo de vegetación de desiertos arenosos del área en estudio, posee una riqueza específica de **2** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.0881**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo en el área de estudio es de **0.6931** y H' es de **0.0610**. El resultado señala que el estrato arbustivo de la comunidad de vegetación de desiertos arenosos presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **dos** de las **2** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **100.00%**.

El estrato herbáceo de vegetación de desiertos arenosos del área en estudio, posee una riqueza específica de **04** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.8353**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato herbáceo en el área de estudio es de **1.3863** y H' es de **1.1580**. El resultado señala que el estrato herbáceo de la comunidad de vegetación de desiertos arenosos presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **02** especies (derivado a su abundancia) de las **04** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución por debajo del **65.77%**

Con relación al índice de diversidad para el estrato herbáceo de vegetación de desiertos arenosos se observa que, los valores más altos, fue para las especies de *Amsinckia tessellata* con 0.36705, seguido por *Plantago ovata* con 0.36313; los más bajos son *Psoralea emoryi* con 0.1885 y la *Chorizanthe rigida* con 0.23931.

Los resultados obtenidos en el presente estudio, indican la presencia de 04 especies del estrato herbáceo de vegetación de desiertos arenosos, siendo *Plantago ovata* (37.55%), y *Amsinckia tessellata* (28.22%). las que presentan en conjunto el mayor índice de importancia con el **65.77%**.

Tabla IV.188. Resumen de Indicadores de diversidad

Tipo de vegetación	Estrato	Riqueza	Índice de diversidad Shannon-Wiener (H')	Índice de equidad de Pielou (J')
Vegetación de desiertos arenosos	Arbustivo	2	0.0610	0.0881
	herbáceo	4	1.1580	0.8353

4.12.1. Análisis De La Riqueza, Abundancia Y Diversidad Florística

La situación en la cual se encuentra el proyecto, referente a las comparaciones sobre la biodiversidad estimada en los predios forestales, y el poder compararlas con el tipo de vegetación a afectarse y presente en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental). Por lo anterior, podemos concluir que con base en las definiciones mencionadas sobre el término Diversidad alfa, el Proyecto en estudio no afectará dicha biodiversidad dentro de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental).

De acuerdo a los resultados de diversidad y similitud de la comunidad vegetal antes descritas la información señala que en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental), es más diversa que en el predio forestal del proyecto, mientras que el índice de equidad se presentan similitud en ambas superficies, al estar por debajo de que un individuo elegido al azar, presente esta probabilidad de que se encuentre tanto en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) como en área del Proyecto (tabla IV.189).

Tabla IV.189. Comparación de los Índices de Diversidad y Similitud de especies que conforman la vegetación a nivel de la Unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado y a nivel predio.

Indicador		Riqueza		Índice de diversidad Shannon-Wiener (H')		Índice de equidad de Pielou (J')	
		Unidad de análisis (cuenca)	Predios del proyecto CUSTF	Unidad de análisis (cuenca)	Predios del proyecto CUSTF	Unidad de análisis (cuenca)	Predios del proyecto CUSTF
Vegetación de	Estrato arbustivo	2	2	0.6730	0.0610	0.9710	0.0881

desiertos arenosos	Estrato herbáceo	7	4	1.3655	1.1580	0.7017	0.8353
--------------------	------------------	---	---	--------	--------	--------	--------

Tabla IV.190. Comparativa de las densidades de individuos de flora de vegetación de desiertos arenosos presentes a nivel Cuenca o Sistema Ambiental y del predio sujeto a CUSTF

No	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	NUMERO INDIVIDUOS HA/CUENCA O SISTEMA AMBIENTAL	NUMERO INDIVIDUOS HA/PREDIO CUSTF
Estrato Arbustivo				
1	<i>Ambrosia dumosa</i>	Chamizo	255	3
2	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	170	222
	SUBTOTAL		425	225
Estrato Herbáceo				
1	<i>Abronia villosa</i>	Verbena del desierto	2500	-
2	<i>Amsinckia tessellata</i>	Cola de alacrán	22500	27500
3	<i>Chorizanthe rigida</i>	Flor de espinas	12500	7500
4	<i>Hesperocallis undulata</i>	Lirio del desierto	2500	-
5	<i>Palafoxia arida</i>	Palafoxia	2500	-
6	<i>Plantago ovata</i>	Plantago	45000	30000
7	<i>Psorothamnus emoryi</i>	Dalea	2500	5000
	SUBTOTAL		90000	70000

El ecosistema por afectar en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental), presenta alta diversidad florística con un valor mayor comparado con el del **área sujeta a cambio de uso del suelo**, debido a que presenta mayor riqueza y la distribución de individuos por especie se encuentra más uniforme.

Con base en el índice de **valor de importancia** se obtiene que, en efecto la riqueza florística de los estratos en la cuenca presenta una densidad y frecuencia más uniforme, en comparación con el área sujeta a cambio de uso de suelo.

Por lo anterior y dado que el ecosistema en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) presenta mayor diversidad que en el área sujeta a CUSTF, **la conclusión podría ser que realizar el CUSTF no compromete la biodiversidad de la flora.**

Es importante aclarar que de acuerdo a los resultados obtenidos de los muestreos de campo de la vegetación a afectarse con el CUSTF a nivel área análisis de estudio y proyecto, si comparamos las densidades de algunas especies (*Amsinckia tessellate*, *Larrea tridentata* y *Psorothamnus emoryi*), se aprecia que es mayor en el área del proyecto que en la unidad de análisis, derivado a que el predio se encuentra influenciado por elementos de vegetación de desiertos arenosos, es por esto que la especie *Ambrosia dumosa* y *Plantago ovata*, resultaron con valores altos de riqueza, aunque se encuentran bien representadas y distribuidas en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental).

De acuerdo al análisis de los resultados de la vegetación de desiertos arenosos en el predio sujeto a cambio de uso de suelo con relación a la unidad de análisis, presentaron índices de diversidad menores algunas especies como *Plantago ovata*, *Chorizanthe rigida* y *Ambrosia Dumosa*, también se encuentra representada en la unidad de análisis (cuenca), por lo tanto, no se ponen en riesgo esta especie al realizar las actividades constructivas del proyecto con el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales y que de acuerdo al análisis de los muestreos se infiere que estas especies se distribuyen de manera uniforme en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) con densidades relativamente bajas.

Con respecto a las especies catalogadas con categoría con la NOM-059-SEMARNAT-2010 como sujetas a protección especial (Pr), estas No se presentaron en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental), ni en el predio del proyecto sujeto a CUSTF.

Asimismo, la comunidad analizada de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) presentan una equitatividad mayor que el área objeto de CUSTF, esto nos dice que hay mayor riqueza en el ecosistema de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) y que la distribución de individuos por especie es más homogénea que en el área del proyecto, por lo que se puede afirmar que, la presencia de especies dominantes es reducida.

- Con base en los índices de diversidad obtenidos en el cálculo, se determina que los ecosistemas por afectar en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) **es más diverso** que en el área de cambio de uso de suelo.
- El ecosistema por afectar en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental), presentan mayor diversidad florística comparado con el del **área sujeta a cambio de uso de suelo**, debido a que presenta mayor riqueza y la distribución de individuos por especie se encuentra más uniforme.
- Con base en el índice del **valor de importancia** se obtiene que, en efecto, la riqueza florística en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) mayor, las cuales presentan una densidad y frecuencia más uniforme, en comparación con las áreas sujetas a cambio de uso de suelo, donde la densidad y frecuencia resulta menos distribuida en el área.

Por lo anterior y dado que el ecosistema en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) presenta mayor diversidad que en el área sujeta a CUSTF, **la conclusión podría ser que realizar el CUSTF no compromete la biodiversidad florística**, sin embargo, el análisis detallado del valor de importancia proporciona la siguiente información:

- El área solicitada para cambio de uso de suelo (proyecto) presenta especies secundarias y juveniles con características típicas (*Plantago ovata* y *Amsinckia tessellata*) y ampliamente representativas en toda la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) dentro del ecosistema a afectarse con el CUSTF.
- Las especies presentes se encuentran de manera abundante y frecuente dentro de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) y en el área objeto de CUSTF.
- Tanto en los predios como en el ecosistema de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) presentan una composición florística variable.
- Algunas especies tienen menor valor de importancia en los predios, que en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) y analizando los componentes del valor de importancia, se obtiene que no habría porqué preocuparse de estas especies, debido a que se presentan de forma similar en los predios y en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) y que poseen mayor representatividad en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental).

Las especies que obtienen más altos valores son las especies importantes y que son propias del ecosistema de vegetación de desiertos arenosos en el área de estudio (*Amsinckia tessellate*, *Larrea tridentata* y *Psoralea emoryi*) es decir, que tienen más abundancia, cobertura y frecuencia y dependiendo de las especies que presenten estos valores es como se interpretará el ecosistema.

Por lo que **se advierte**, que no es suficiente tomar decisiones solo a través de los índices de diversidad como el de Shannon, Simpson, etc., sino que es necesario considerar la representatividad de las especies, en función de su densidad, frecuencia y dominancia (cobertura, área basal), para no generar conclusiones injustificadas técnicamente y en contra del ecosistema.

Con lo anteriormente manifestado se determinó que de acuerdo a los datos ecológicos de los transectos del predio sujeto a CUSTF dentro de la unidad de análisis, reflejaron que dentro del ecosistema afectado se encuentra mayor riqueza y mejor estructura que en el área sujeta a cambio de uso de suelo, por lo que no se compromete la diversidad florística al llevar a cabo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Con base en las conclusiones arriba manifestadas, independientemente de que los datos ecológicos reflejen buena representatividad de especies florísticas en los ecosistemas afectados en la cuenca que, en el área sujeta a cambio de uso de suelo, el promovente llevara a cabo una serie de medidas de prevención (ver capítulo de este estudio) para evitar posibles impactos en áreas aledañas no solicitadas en este estudio y disminuir el impacto.

Análisis de Similitud entre comunidades de flora de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) y el Proyecto.

Aunado a los análisis anteriores se realizará un análisis de similitud entre las especies registradas en los muestreos de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) de los ecosistemas y las especies registradas o encontradas en el muestreo de los predios del proyecto y que serán afectadas con la construcción de la obra. Para establecer el grado de similitud entre la comunidad, se construyó una matriz de similitud y se utilizó el análisis de similitud por agrupamientos (clusters) de Bray-Curtis con el programa BioDiversity Pro 2.0 (Mc Alece 1997), para comparar la composición de especies entre la unidad de análisis (cuenca) y el área del proyecto. El índice de Bray-Curtis es una medida de similitud que enfatiza la importancia de las especies que se tienen en común entre los sitios de muestreo (Pileou 1984).

Coeficiente de similitud de Bray-Curtis

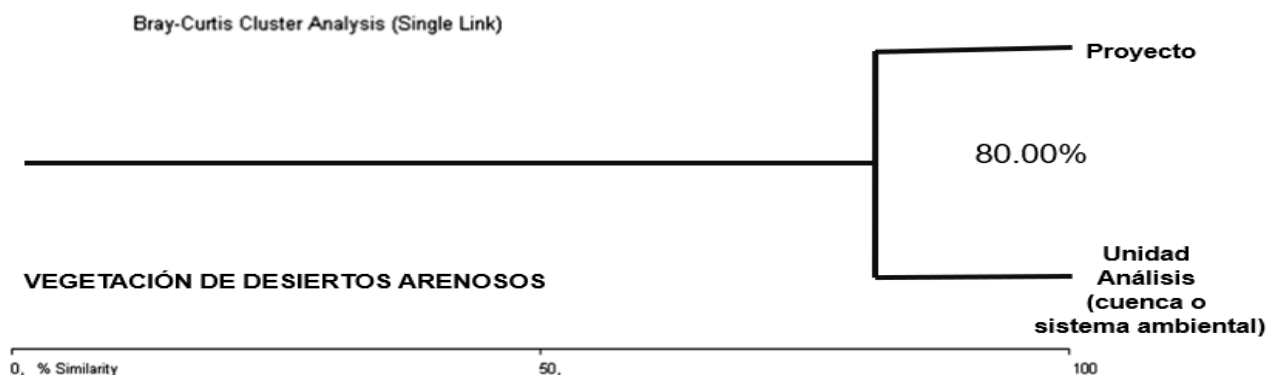
Ignora los casos en las que especies son ausentes en ambas muestras. Los valores de esta medida de disimilitud oscilan de cero a uno y puede ser transformada como una medida de similitud, utilizando el complemento de Bray-Curtis ($1 - B$)

Unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental)

Vegetación de desiertos arenosos:

Tabla IV.191. Resultados del análisis de similitud entre las especies de vegetación de desiertos arenosos entre el predio del Proyecto y en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental). Ambas comparten un 80.00% de las especies:

	Listado florístico registrado en los muestreos de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental)	Listado florístico registrado en los muestreos de los predios en estudio
Especies	9	6
Índice de Similitud	0.80	
% de Similitud	80.00%	

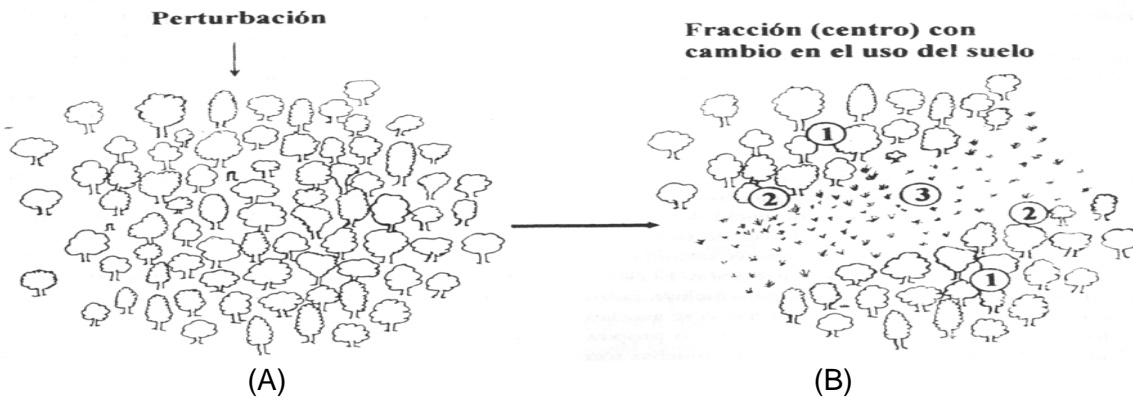


Grafica IV.45. El porcentaje de similitud entre los listados de especies de flora registrados en los muestreos pertenecientes al tipo de vegetación de desiertos arenosos entre la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) y el predio de CUSTF es de 80.00%.

Por último, cabe señalar lo siguiente: entre las consecuencias del disturbio persistente provocado por actividades humanas (que comúnmente implican cambios en el uso del suelo) cabe destacar la modificación de la vegetación natural, conformada por una fragmentación de hábitats de diversos tipos; éstos aparecen en el escenario como mosaicos, en los cuales se alternan fracciones de un hábitat con diferentes estados de alteración. Ello significa el rompimiento de la continuidad de comunidades bióticas naturales y, como consecuencia, la aparición de diferentes condiciones de hábitat a las cuales se ven sometidas las especies de una comunidad. Esas condiciones son las que prevalecen en el interior, en las orillas (zonas de ecotono) y en el exterior de un bosque, y son conocidas como ambientes de fragmentación. En el caso del ambiente externo, y posiblemente el de las orillas, el disturbio podría afectar la propagación natural por vía sexual (semilla), pero tal vez favorezca especies que dependen de la vía asexual (producción de rebrotes) para su regeneración, por lo cual el efecto que se tiene actualmente está generando en la comunidad un efecto como el anteriormente mencionado, permitiendo con esto mitigar el impacto que se provoca por la realización del proyecto.

Por lo anterior, es importante conocer el estado que guardara la comunidad vegetal después del desarrollo del proyecto, (figura IV.10. Inciso A); actualmente y como producto de las diversas actividades antropogénicas se tiene el escenario (B), (figura IV.24, inciso B), en el cual se observa el efecto de fragmentación de los ecosistemas que se tiene y los procesos de sucesión que se están dando actualmente, principalmente debido a la ampliación de la frontera agrícola y el desorden en el establecimiento de los asentamientos humanos.

Figura IV.24. Esquema donde se observa el estado antes del proyecto y después del proyecto.



En base al análisis antes mencionado se puede observar que los predios forestales, presentan un grado de alteración como se observa en la figura anterior en el inciso (B), por lo cual las medidas de mitigación descritas en el DTU, son las adecuadas ya que cumple con su misión y evitarán un deterioro mayor al que están expuestos los predios forestales dentro del área del proyecto. Y en lo referente a las especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como las especies con importancia ecológica, se verán afectadas sus poblaciones ya que dentro de los predios de CUSTF serán afectadas debido a que se encuentran dentro de los mismos.

FAUNA

Importancia faunística del predio y área de estudio

El desierto de Sonora es un hábitat extremo y en ocasiones experimenta peligrosas tormentas de polvo llamadas *haboobs*

La fauna es uno de los componentes más susceptibles a los impactos ocasionados por las actividades humanas. Su presencia o ausencia en zonas seleccionadas para el desarrollo de actividades productivas es determinante para dirigir la intensidad de uso de la zona y del diseño de las actividades de protección y mitigación de los impactos ocasionados. Dentro de las modificaciones al entorno por el desmonte para la **Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial**; los impactos de esta actividad a la fauna de la región son localizados debido a la pérdida de hábitat ocasionado por el desmonte y la construcción, sin embargo, es muy puntual.

Es importante señalar que la construcción de la obra no afectará de manera significativa a la fauna, ya que la mayoría de estas especies actualmente están sometidas a las transformaciones

antropogénicas ya existentes (zona urbana, industria, agricultura y deforestación). Adicionalmente, la transformación principal del hábitat será puntual (solo el predio de la obra eléctrica).

La fauna que caracteriza de la región su condición en cuanto a riqueza e índices de diversidad es la siguiente.

Composición de las comunidades de fauna presentes en el predio y área de estudio

Aves

Riqueza potencial aves en el SA.

Dentro de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental podrían presentarse 130 especies de aves pertenecientes a 42 familias (Howell y Webb, 1995; Erickson y Howell, 2001; e-bird, 2015). De este total, 9 especies se consideran bajo alguna categoría de riesgo de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010; 7 como Amenazadas (A) y 2 en protección especial (Pr). A nivel taxonómico de especie no se reconocen endemismos para México en la zona (Vanderplank, *et al.*, 2014).

Mamíferos.

Riqueza potencial mamíferos

En el área de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental habitan potencialmente 47 especies de mamíferos que pertenecen a 18 familias, de acuerdo a las bases de datos de Wilson y Ruff (1999); Kays y Wilson (2002) para los mamíferos de Norteamérica. Debido a las peculiaridades naturales del desierto sonorense, se consultó información específica de académicos que trabajan en la zona, como las diversas obras de Álvarez-Castañeda, S. T. De este total, 3 especies se consideran bajo alguna categoría de riesgo de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010; 3 amenazadas (A)

Sinopsis de los estudios faunísticos realizados (riqueza, abundancia y diversidad faunística de la unidad de análisis o SA)

Aves

La riqueza específica (S) de aves dentro del área en estudio de cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental fue de 19 especies. De las aves registradas en el presente estudio 1 especie se encuentran en alguna de las categorías de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010; 1 en Protección Especial. En los transectos se registraron 58 individuos, siendo *Lanius ludovicianus*, la especie que presentó los valores más altos de abundancia absoluta y relativa con 10 individuos (17.24%), seguida de *Wilsonia pusilla* con 10 individuos (17.24%), y *Passerina amoena* con 6 individuos (10.34%). Conforme los resultados obtenidos, se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener es de $H' = 2.6034$ con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta una diversidad media alta, así mismo, de acuerdo al índice de equidad el grupo tiene una distribución de individuos cercana al **0.8842**, cercano al valor de máxima equitatividad (1). Los resultados obtenidos reflejan que dentro de los sitios de muestreo dentro de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental muestran que la diversidad de aves del presente muestreo aún no alcanza los valores de diversidad máxima $H_{max} = 2.9444$.

El parámetro de medición del índice de diversidad es de 0 - 5. * 0 (Cero o nulo).- para cuando los individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie. *5 (máximo) cuando nos indica que hay mayor diversidad de especies. Los resultados obtenidos reflejan que dentro de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) muestreado la diversidad de aves es media en contraste con la diversidad máxima.

Mamíferos

Se registraron 15 individuos, siendo el *Canis latrans* la que presentó la mayor abundancia con registro de 5 individuos y abundancia relativa de 33.0%, seguida del *Dipodomys merriami* con 4 individuos y abundancia relativa de 27.0%; y *Lepus californicus* con 3 individuos y una abundancia relativa del 20.0%. La riqueza específica (S) registrada durante el muestreo de mamíferos dentro de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental fue de 5 especies, ninguna de las cuales se encuentra en la categoría Protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Los resultados en el grupo de los mamíferos tienen distintas interpretaciones, pero la época invernal en que se realizó el trabajo de campo influye en los resultados, pues buena parte de los mamíferos disminuyen su actividad y, por tanto, la probabilidad de avistamientos y capturas. Conforme a los resultados obtenidos se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener es de $H' = 1.4898$. Es necesario recordar que este índice por sí solo no representa un valor concluyente de diversidad, sino un elemento más que permite contar con información de campo para contribuir a la toma de decisiones respecto al estudio completo. En este contexto y con fines comparativos, el valor calculado de diversidad máxima de Shannon-Wiener (H'_{max}) el cual se estima a partir del logaritmo natural del número de especies registradas en el área de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental (5 spp; $H'_{max} = 1.6094$) encontramos que el valor obtenido de diversidad para este estudio es alto. El índice de equidad de Pielou el cual presenta un valor de $J = 0.9256$, que indica que la diversidad máxima estimada y la encontrada son valores cercanos.

Reptiles y Anfibios

Reptiles y Anfibios. La riqueza específica (S) de herpetofauna dentro del área de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental fue de 5 especies, de las cuales las mismas 3 se encuentran en alguna de las categorías de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010; 1 Amenazada, 1 en peligro de extinción y 1 en Protección Especial. En los transectos se registraron 20 individuos, siendo *Dipsosaurus dorsalis* la especie que presentó los valores más altos de abundancia absoluta y relativa con 9 individuos (45.00%), seguida de *Callisaurus draconoides* con 7 individuos (35.0%), y *Aspidoscelis tigris* con 2 individuos (10.0%). Conforme el resultado obtenido se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener es de $H' = 0.6659$. Así mismo, de acuerdo al índice de equidad, el grupo tiene una distribución de individuos cercana al **0.3716**, lo que indica que la comunidad presenta especies dominantes. Los resultados obtenidos reflejan que dentro de los sitios de muestreo dentro de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental muestran que la diversidad de herpetofauna del presente muestreo aún no alcanza los valores de diversidad máxima $H_{max} = 1.7918$

En términos de riqueza y diversidad dentro de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental, se registraron 29 especies de fauna silvestre. El grupo de las aves fue el que presentó el mayor número de especies con 19 y el índice de diversidad más alta con $H' = 2.6034$. Sin embargo, para la herpetofauna se obtuvo el mayor número de especies consideradas prioritarias según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas.

Tabla IV.192. Riqueza, diversidad, equitatividad y especies prioritarias según la NOM-059-SEMARNAT-2010 de cada uno de los grupos estudiados dentro del área del sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal.

Grupo	Riqueza (s)	H'	Hmax	J'	NOM-059	End.
Herpetofauna	5	0.6659	1.7918	0.3716	3	
Avifauna	19	2.6034	2.9444	0.8842	1	
Mastofauna	5	1.4898	1.6094	0.9256		
Total	29				4	

Sinopsis de los estudios faunísticos realizados (riqueza, abundancia y diversidad faunística del predio del proyecto

Reptiles y Anfibios. La riqueza específica (S) de herpetofauna dentro del área del proyecto fue de 3 especies, de las cuales las mismas 2 se encuentran en alguna de las categorías de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010; 1 Amenazada y 1 en Protección Especial. En los transectos se registraron 17 individuos, siendo *Callisaurus draconoides* la especie que presentó los valores más altos de abundancia absoluta y relativa con 12 individuos (70.59%), seguida de *Aspidoscelis tigris* con 4 individuos (23.53%), y *Crotalus cerastes* con 1 individuos (5.88%). Conforme el resultado obtenido se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener es de $H' = 0.4926$. Así mismo de acuerdo al índice de equidad, el grupo tiene una distribución de individuos cercana al **0.2749**, lo que indica que la comunidad presenta especies dominantes. Los resultados obtenidos reflejan que dentro de los sitios de muestreo dentro del área del predio en estudio muestran que la diversidad de herpetofauna del presente muestreo aún no alcanza los valores de diversidad máxima $H_{max} = 1.7918$.

Aves. La riqueza específica (S) de aves dentro del área en estudio del predio del proyecto fue de 5 especies. De las aves registradas en el presente estudio ninguna especie se encuentran en alguna de las categorías de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010; 2 en Protección Especial. En los transectos se registraron 15 individuos, siendo *Zenaida asiatica*, la especie que presentó los valores más altos de abundancia absoluta y relativa con 5 individuos (33.33%), seguida de *Chondestes grammacus* y *Corvus corax* con 3 individuos (20.00%) cada una y *Streptopelia decaocto* y *Lanius ludovicianus* con 2 individuos (13.33%) cada una. Conforme los resultados obtenidos, se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener es de $H' = 1.5473$ con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta una diversidad media alta, así mismo de acuerdo al índice de equidad el grupo tiene una distribución de individuos cercana al **0.9614**, cercano al valor de máxima equitatividad (1). Los resultados obtenidos reflejan que dentro de los sitios de muestreo dentro del área de estudio del proyecto muestran que la diversidad de aves del presente muestreo aún no alcanza los valores de diversidad máxima $H_{max} = 1.6094$.

Mamíferos. La riqueza específica (S) registrada durante el muestreo de mamíferos dentro del área del proyecto fue de 3 especies, ninguna de las cuales se encuentra en la categoría Protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Durante el trabajo de campo se registraron 5 individuos, siendo el *Canis latrans* y *Dipodomys merriami* las que presentaron la mayor abundancia con registro de 2 individuos cada una y abundancia relativa de 40.0%, seguida del *Lepus californicus* con 1 individuos y abundancia relativa de 20.0%. Conforme a los resultados obtenidos se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener es de $H' = 1.0549$. Es necesario recordar que este índice por sí solo no representa un valor concluyente de diversidad, sino un elemento más que permite contar con información de campo para contribuir a la toma de decisiones respecto al estudio

completo. En este contexto y con fines comparativos, el valor calculado de diversidad máxima de Shannon-Wiener (H'_{max}) el cual se estima a partir del logaritmo natural del número de especies registradas en el área (3 spp; $H'_{max}= 1.0986$) encontramos que el valor obtenido de diversidad para este estudio es alto. El índice de equidad de Pielou el cual presenta un valor de $J= 0.9602$, que indica que la diversidad máxima estimada y la encontrada son valores cercanos.

En términos de riqueza y diversidad, se registraron 11 especies de fauna silvestre. El grupo de las aves fue el que presentó el mayor número de especies con 5 y el índice de diversidad más alta con $H'= 1.5473$. Sin embargo, para la herpetofauna se obtuvo el mayor número de especies consideradas prioritarias según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas (tabla IV.140).

Tabla IV.193. Riqueza, diversidad, equitatividad y especies prioritarias según la NOM-059-SEMARNAT-2010 de cada uno de los grupos estudiados dentro del área del predio en estudio.

Grupo	Riqueza (s)	H'	Hmax	J'	NOM-059	End.
Herpetofauna	5	0.4926	1.7918	0.2749	2	
Avifauna	3	1.5473	1.6094	0.9614		
Mastofauna	3	1.0549	1.0986	0.9602		
Total	11				2	

Apreciamos una distribución de los organismos de fauna bastante proporcional, en donde la representatividad de cada especie en cuanto al número de individuo en la unidad de análisis es, en un alto porcentaje y homogénea.

Análisis comparativo del predio del proyecto con la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental), y determinar la representatividad de las especies que permitan, en su caso, que no se afecta la biodiversidad.

Para el caso anfibios y reptiles es importante mencionar que, de acuerdo con los resultados de los muestreos de campo, se puede afirmar que es una zona pobremente representada por estos grupos debido a que básicamente el área de estudio y cuenca que contiene, se encuentran altamente impactadas por actividades antropogénicas (pastoreo de ganado bovino, apertura de caminos para acceso para áreas sacado de leña). Por lo anterior, se presume que tampoco se afectará la diversidad alfa.

El resultado señala que pese a la desproporcionalidad que existe entre las especies de menor y mayor abundancia, la representatividad es aceptable, es decir, la totalidad de las especies se distribuyen de manera homogénea dentro de la unidad de análisis o sistema ambiental.

Tabla IV.194. Resumen comparativo del Índice de diversidad Shannon-Wiener (H') e Índice de equidad de Pielou (J').

INDICADOR	RIQUEZA		ÍNDICE DE DIVERSIDAD SHANNON-WIENER (H')		ÍNDICE DE EQUIDAD DE PIELOU (J')	
	CUENCA	PREDIO	CUENCA	PREDIO	CUENCA	PREDIO
Anfibios y Reptiles	5	5	0.6659	0.4926	0.3716	0.2749
Aves	19	3	2.6034	1.5473	0.8842	0.9614
Mamíferos	5	3	1.4898	1.0549	0.9256	0.9602

Según el índice de Shannon-Wiener y, en los mismos grupos faunísticos en la unidad de análisis **sistema ambiental (SA) o cuenca hidrológica forestal** presenta un índice de diversidad mayor que el del área sujeta a cambio de uso de suelo.

Con base en los índices de diversidad obtenidos en el cálculo, se determina que el ecosistema por afectar en la unidad de análisis **sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal** presenta una mayor riqueza y más diverso que en el área de cambio de uso de suelo.

El ecosistema por afectar en la unidad de análisis **sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal** presenta alta diversidad mayor comparada con el del área sujeta a cambio de uso de suelo, debido a que presenta mayor riqueza y la distribución de individuos por especie se encuentra más uniforme.

De acuerdo con el análisis de los resultados y de los trabajos de campo tanto para la unidad de análisis **sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal** como para el área del proyecto se hacen las siguientes inferencias:

Algunas especies tienen menor valor de importancia en el predio que en la unidad de análisis **sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal** y analizando los componentes del valor de importancia, se obtiene que no habría porqué preocuparse de estas especies, debido a que se

presentan de forma similar en los predios y en la unidad de análisis **sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal** y que poseen mayor representatividad en la unidad de análisis **sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal**.

Pese a lo esperado, se observó una escasa presencia de reptiles. De igual manera se señaló que la época de mayor abundancia de este grupo de reptiles es en el periodo de marzo a mayo, en el cual se pueden observar comúnmente. El grupo faunístico que fue el que se obtuvo el mayor registro de especies y abundancia, es el de las aves, sin embargo, la cantidad de especies de aves registradas se considera baja en comparación a la riqueza específica potencial de la zona y se atribuye a la presencia humana y actividades antropogénica, la cercanía de vías de comunicación principales.

Por lo anterior y dado que el ecosistema en la unidad de análisis **sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal** presenta mayor diversidad que en el área sujeta a CUSTF, se concluye que: el realizar el cambio de uso de suelo en terreno forestal (CUSTF) no compromete la biodiversidad faunística.

Adicionalmente, es importante mencionar que todas las especies halladas en los transectos analizados, también fueron registrados a nivel de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) e incluso, su representatividad en este nivel de análisis fue mucho mayor, que en los transectos referidos anteriormente.

Se registró evidencia indirecta (excretas) de presencia de una especie de mamífero mayor: *Canis latrans*. Sin embargo, es de considerar que el rango hogareño de esta especie, según estudios hechos en México (CONANP) es muy amplio (tanto como 87.38 km²). Esta especie se considera como un animal exitoso debido a su gran capacidad de adaptación a diferentes hábitats y su alimentación generalista y oportunista. Su dieta incluye mayoritariamente mamíferos menores como lagomorfos, roedores, ocasionalmente ungulados y mamíferos domésticos y en menor grado aves; aunque puede incluir también frutos, insectos y reptiles (Ceballos y Oliva, 2005; opus cit).

De acuerdo al análisis de los resultados y de los trabajos de campo tanto para la la unidad de análisis **sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal** como para el área del proyecto, se hacen las siguientes inferencias:

- No se registró captura de murciélagos en los sitios de muestreo con redes de niebla y durante los muestreos no fue notoria la actividad de murciélagos (sin embargo, se proponen medidas de prevención para su protección), ya que en los cuatro sitios de muestreo realizados (incluyendo los realizados en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental)) solo se observó a dos ejemplares sobrevolando, lo anterior a pesar de haberse realizado muestreos en un sitio con disponibilidad de agua, el cual es un recurso escaso en la región.

- Al respecto, debe considerarse que la vegetación de desiertos arenosos proporciona pocas fuentes de alimentación (frutos y flores) para murciélagos frugívoros y nectívoros, por lo que las especies con distribución potencial son en su mayoría insectívoras. Un aspecto notorio es que se observó un importante descenso de la temperatura durante la noche, así como la presencia de neblina procedente del océano a partir del anochecer, siendo que ambas condiciones son adversas para la presencia y actividad de este grupo de fauna.
- En los transectos realizados para registro de aves y reptiles, se obtuvo el registro visual de ejemplares de la especie *Lepus californicus* pero las evidencias indirectas (excretas) indican la presencia de una población numerosa.
- En los transectos de trampas Sherman solo se obtuvo la captura de 6 ejemplares de la especie: *Dipodomys merriami*, aunque los registros de rastros, particularmente las excretas de roedor fueron abundantes.
- Pese a lo esperado, se observó una escasa presencia de reptiles de acuerdo a pláticas establecidas con los pobladores de la zona, se obtuvo evidencia indirecta y directa de la presencia de al menos una especie de ofidio (*Crotalus*); de igual manera se señaló que la época de mayor abundancia de este grupo de reptiles es en el periodo de marzo a mayo, en el cual se pueden observar comúnmente individuos de esta especie y el apareamiento de las mismas.
- El grupo faunístico que fue el que se obtuvo el mayor registro de especies y abundancia, es el de las Aves, sin embargo, la cantidad de especies de aves registradas se considera baja en comparación a la riqueza específica potencial de la zona y se atribuye a la presencia humana y actividades antropogénica, la cercanía de vías de comunicación principales. La especie con mayor abundancia fue *Lanius*, *Wilsonia*, *Zenaida*.
- Pese a la cercanía del mar, no se registró la presencia o sobrevuelo de especies acuáticas en los sitios donde se realizaron los muestreos sobre el predio en proyecto, con excepción de la *Gallinago delicata* que se registró en un sitio de redeo.
- Más detalles se observan en los métodos y resultados para cada grupo faunístico desarrollado en el presente capítulo, así como en el diagnóstico ambiental del presente documento.

Considerando que el proyecto, objeto del presente estudio, se realizará en un área forestal, era de esperarse contar con la presencia de especies contempladas en alguna categoría de la NOM-059-

SEMARNAT-2010. Sin embargo, la presencia de estas fue más frecuente a nivel de las unidades de análisis **sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal** que las reportadas en la zona sujeta a cambio de uso de suelo, esto como consecuencia de un incremento en la correspondiente riqueza específica. Bajo este contexto, el promovente implementará estrictas acciones de carácter preventivo y de rescate de tal forma que se permita garantizar en todo momento la integridad de la fauna, tanto de la zona sujeta a cambio de uso del suelo como la hallada en las unidades de análisis **sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal** en cuestión. En este sentido, dichas acciones serán aplicadas independientemente de que las especies se encuentren o no consideradas en la norma antes mencionada.

Tabla IV.195. Comparación de los grupos faunísticos de la zona sujeta a cambio de uso de suelo (proyecto) con la de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado.

ESPECIES/ HERPETOFAUNA	CUENCA O SISTEMA AMBIENTAL					PREDIO DE CUSTF				
	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa %	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Indice de diversidad	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa %	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Indice de diversidad
<i>Callisaurus draconoides</i>	7	35	6	37.5	0.2147	12	70.59	4	57.14	0.2863
<i>Crotalus cerastes</i>	1	5	1	6.25	0.0553	1	5.88	1	14.29	0.0553
<i>Aspidoscelis tigris</i>	2	10	2	12.5	0.0931	4	23.5	2	28.6	0.151

<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	9	45	6	37.5	0.2475					
<i>Uma notata</i>	1	5	1	6.25	0.0553					
TOTAL	20	100	16	100	0.6659	17	100	7	100	0.4926
INDICES	S=5 Hmax=1.7918 H'=0.6659 J'=0.3716					S=3 Hmax=1.7918 H'=0.4926 J'=0.2749				

ESPECIES/AVES	CUENCA O SISTEMA AMBIENTAL					PREDIO				
	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa %	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Indice de diversidad	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa %	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Indice de diversidad
<i>Corvus corax</i>	2	3.45	2	5.71	0.11610	3	20	1	14.29	0.3219
<i>Cathartes aura</i>	2	3.45	1	2.86	0.11610					
<i>Myiarchus cinerascens</i>	5	8.62	2	5.71	0.21130					
<i>Buteo swainsoni</i>	2	3.45	2	5.71	0.11610					
<i>Passerina amoena</i>	6	10.34	4	11.43	0.23470					
<i>Tyrannus verticalis</i>	3	5.17	2	5.71	0.15320					
<i>Lanius ludovicianus</i>	10	17.24	5	14.29	0.30310	2	13.33	1	14.29	0.2687
<i>Egretta thula</i>	1	1.72	1	2.86	0.07000					
<i>Streptopelia decaocto</i>	2	3.45	1	2.86	0.11610	2	13.33	1	14.29	0.2687
<i>Wilsonia pusilla</i>	10	17.24	4	11.43	0.30310					

ESPECIES/AVES	CUENCA O SISTEMA AMBIENTAL					PREDIO				
	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa %	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Indice de diversidad	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa %	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Indice de diversidad
<i>Piranga ludoviciana</i>	1	1.72	1	2.86	0.07000					
<i>Athene cunicularia</i>	1	1.72	1	2.86	0.07000					
<i>Chondestes grammacus</i>	2	3.45	1	2.86	0.11610	3	20	1	14.29	0.3219
<i>Chordeiles acutipennis</i>	1	1.72	1	2.86	0.07000					
<i>Falco sparverius</i>	1	1.72	1	2.86	0.07000					
<i>Zenaida macroura</i>	5	8.62	2	5.71	0.21130	5	33.33	3	42.86	0.3662
<i>Buteo jamaicensis</i>	1	1.72	1	2.86	0.07000					
<i>Gallinago delicata</i>	1	1.72	1	2.86	0.07000					
<i>Geococcyx californicus</i>	2	3.45	2	5.71	0.11610					
TOTAL	58	100.0	35	100.0	2.6033	15	99.99	7	100.02	1.5474
INDICES	S=19 Hmax=2.9444 H'=2.6033 J'=0.8842					S=5 Hmax=1.6094 H'=1.5473 J'=0.9614				

ESPECIES MAMIFEROS	CUENCA O SISTEMA AMBIENTAL	PREDIO DE CUSTF
--------------------	----------------------------	-----------------

	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa %	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Indice de diversidad	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa %	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Indice de diversidad
<i>Lepus californicus</i>	3	20	3	23.08	0.3219	1	20	1	20	0.3219
<i>Dipodomys merriami</i>	4	27	3	23.08	0.3525	2	40	2	40	0.3665
<i>Canis latrans</i>	5	33	4	30.77	0.3662	2	40	2	40	0.3665
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	2	13	2	15.38	0.2687					
<i>Xerospermophilus tereticaudus</i>	1	7	1	7.69	0.1805					
TOTAL	15	100.0	13	100.0	1.4898	5	100	5	100	1.0549
INDICES	S=5 Hmax=1.6094 H'=1.4898 J'=0.9256					S=3 Hmax=1.0986 H'=1.0549 J'=0.9602				

Zonas de refugio. En base a las observaciones realizadas durante el muestreo en el campo se determinó que NO existen zonas de refugio para la fauna silvestre relevantes o prioritarias.

Paisaje

Para el análisis del paisaje se delimitaron una unidad paisajística con base a las topoformas y al uso de suelo y vegetación de la Serie VI de INEGI. En el proyecto se presentan la topoforma de Lomerío típico y el uso de suelo y vegetación es Urbano construido. Con respecto a la composición vegetal presente en las áreas adyacentes del proyecto encontramos: agricultura de riego permanente, asentamientos humanos, veg. de desiertos arenosos y veg. sec. arbustiva de vegetación de desiertos arenosos.

El análisis del paisaje se realizó considerando criterios geo-ecológicos y de relieve, con el objetivo principal de obtener la Calidad Visual Vulnerable (CVV) como un indicador en función de la Calidad Visual (CV), Capacidad de Absorción Visual (CAV) y de la Visibilidad (V)

Calidad Visual del Paisaje (CV), el 100% del proyecto se encuentra en la clase media la cual se localiza en un sistema de topografía de *lomerío típico* y con un tipo de uso de suelo urbano donde la calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en una totalidad

Capacidad de Absorción Visual (CAV), En el análisis se observa que solo existe la clase *alta*, debido a que en esta clase dominan pendientes menores de 5°, y principalmente porque el nivel de erosión es *bajo* lo que hace que el paisaje sea menos vulnerable a la fragilidad, además de que los elementos de potencial estético, diversidad de vegetación y contrastes de color tuvieron valores altos en la evaluación de la capacidad de absorción visual.

Grado de Visibilidad en la cuenca o sistema ambiental (V),

Tabla IV.196. Grado de Visibilidad en la cuenca o sistema ambiental.

VALOR	CLASE	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
2	Poco Visible	18,071.42	100
1	Visible	--	--
TOTAL		18,071.42	100.00

Como se pudo observar el 100% de la superficie es poco *visible*, esto se le atribuye a que las pendientes dominantes son menores al 5° en las cuales se pueden encontrar sólo dunas de vegetación.

El grado de visibilidad dentro del área total del proyecto es dominada por la clase poco visible.

Calidad Visual Vulnerable (CVV)

Los resultados obtenidos indican que la clase media es la que abarca la mayor superficie, La calidad visual vulnerable alta se distribuye casi en toda la superficie del proyecto (89.35%).

Medio socioeconómico

El objetivo de incluir el análisis de este componente como parte del estudio de impacto ambiental, radica en que el sistema ambiental donde se pretende realizar el proyecto será modificado por la nueva infraestructura, por ello es importante considerar que el medio físico y social se encuentran estrechamente vinculados, de manera que la dimensión social se comporta como un sistema receptor de las alteraciones.

La inserción de un proyecto en una zona cercana a núcleos poblacionales resalta la importancia de realizar un estudio de la situación actual del medio para así determinar el impacto que el proyecto generaría en la población. Algunos de los beneficios que son generados por la realización de proyectos conllevan beneficios económicos para las comunidades así como beneficios sociales.

La información que se presenta está basada en los principales indicadores del II Censo de Población y Vivienda 2020.

Ahora bien, en cuanto a la demografía, este rubro presenta condiciones muy diversas de acuerdo con las características estructurales de cada región. Para el caso particular del municipio de San Luis Río Colorado cerca del 94 % de la población habita en zonas urbanas lo que explica su crecimiento ya que, ahora es el cuarto municipio con mayor población de 1995, a 2020, con un aumento de la población de 20 641 personas en una década, lo que representa un incremento del 11.6 %, los pobladores de San Luis Río Colorado.

La ciudad de San Luis Río Colorado colinda al norte con los Estados Unidos de Norte América; al este con el municipio de Puerto Peñasco; al sur con el Golfo de California y al oeste con el estado de Baja California. Posee una superficie de 8, kilómetros cuadrados, que representa el 4.54 por ciento del total estatal, forma parte del desierto de Altar; se destacan las serranías de El Tule, El Zumbador, El Rosario, Las Pintas, La Tinaja y Malpaís.

La ciudad se conforma en la zona noroeste con la ciudad de San Luis; al centro y al noreste por el ejido San Luis con vivienda de tipo medio y popular, se encuentran algunas vialidades si pavimentar; y dividido por la Av. Benjamín Flores (Brecha Divisoria) el ejido La Grullita donde el nivel de vivienda es popular

Acorde con los Censos de INEGI, en los últimos 30 años la población total de San Luis Río Colorado se ha incrementado de 178,380 habitantes en 2010 a un total de 199 021 habitantes y con un aumento de la población de 20 641 personas en una década. Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 10 a 14 años (18,028 habitantes), 15 a 19 años (17,736 habitantes) y 5 a 9 años (17,217 habitantes). Entre ellos concentraron el 26.6% de la población total, la relación hombres – mujeres de 1:1 considerando que el 49.5% son mujeres y 50.5% son hombres.

Población indígena

Particularmente, en el municipio de San Luis Río Colorado esta población representa el 1,10 % del total de habitantes. Sin embargo, de acuerdo con los indicadores sociodemográficos de la población indígena del estado de Sonora, el 50,88 % de los indígenas que viven en San Luis Río Colorado provienen de otros estados de la república, además de que sólo el 39,42 % habla alguna lengua indígena.

En su mayoría, la población indígena en el municipio corresponde al sexo masculino que representan el 53,27 %. En el rubro educativo cabe señalar que del total de habitantes indígenas 93 personas no saben leer ni escribir, y solo existen cuatro que tienen como único lenguaje su dialecto.

La Comisión Nacional para el desarrollo de los pueblos Indígenas identifica en la porción norte de Baja California y noroeste de San Luis Río Colorado a la etnia Cucapá, que son conocidos como rieños por vivir en la ribera del río Colorado. Esta etnia es amerindia y se puede encontrar también al suroeste de Arizona, cerca de la frontera entre Estados Unidos y México.

Lengua indígena

La población de 3 años y más que habla al menos una lengua indígena fue 782 personas, lo que corresponde a 0.39% del total de la población de San Luis Río Colorado.

Las lenguas indígenas más habladas fueron Mayo (167 habitantes), Mixteco (165 habitantes) y No especificado (75 habitantes).

Composición Social

La composición social presenta un porcentaje mayor de la población en edad productiva que es del 61.8 % lo que implicó un aumento de 1.68 puntos porcentuales y la tasa de desocupación es del 2.94 %. La estructura productiva del municipio se encuentra diversificada en distintas ramas y sectores productivos. La población económicamente activa se ubica principalmente en el sector de

comercio y servicios y representa el 61.3% aproximadamente. En el sector primario se emplea el 17% de la fuerza de trabajo.

Se identifica que la población nacida en la entidad es de 125 514 mientras que la población NO nacida en la entidad es de 61 349 pobladores, lo que representa que el 30.8% de la población del municipio había nacido en otra entidad (INEGI 2010). Por lo anterior, se entiende que San Luis Río Colorado es un Municipio multicultural.

Índice de pobreza

Al respecto, según las estimaciones del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2020), el 4,6 % (9 208) de los pobladores están ubicados en situación de pobreza extrema.

Tabla IV.197. Población en situación de pobreza a nivel estatal y municipal

Municipio	Población total ^{1/}	Población en Pobreza ^{2/}	Tipo de Pobreza	
			Extrema	Moderada
Sonora	3,111,119	30.1	2.6	25.6
San Luis Río Colorado	209,394	32.6	4,6	35.7

Índice de rezago social

De acuerdo con el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), San Luis Río Colorado tiene un grado de rezago social muy bajo, lo que significa que la mayoría de la población tiene acceso a satisfactores que producen bienestar

EDUCACIÓN

Acceso a la Educación y la Cultura

En la entidad, el promedio de escolaridad de la población de 15 años y más, pasó de 9.8 en 2015, a 10.4 en 2020, es decir, actualmente se tiene prácticamente el equivalente al primer año de estudios medios superiores, y es casi el mismo promedio de escolaridad tanto para hombres como para mujeres con 10.35 y 10.45 años, respectivamente.

Tasa de analfabetismo

La tasa de analfabetismo de San Luis Río Colorado en 2020 fue 2.35%. Del total de población analfabeta, 51% correspondió a hombres y 49% a mujeres

SALUD

En el tema de cobertura de salud, El CENSO 2020, identificaba que 82.62% de la población municipal es derechohabiente de algún servicio de salud. El 61.37% de la población estaba afiliada al IMSS, 30.86% a Seguro Popular o Seguro Médico para una Nueva Generación y 6.96% ISSSTE; el 2.79% se atiende en alguna institución privada; 0.19% en instituciones como PEMEX y SEDENA, en tanto que 16.84% carece de protección a la salud.

VIVIENDA

el Municipio de San Luis Río Colorado contaba con 72 mil 402 viviendas, en las cuales, el promedio de ocupación es de 3.36 ocupantes por vivienda, y el promedio de ocupantes por cuarto es de 0.98 personas. Sobre la cobertura de servicios, de acuerdo con el censo 2020 de INEGI, el 80 % de las viviendas particulares habitadas disponen de agua entubada. Adicionalmente sólo el 79 % de las viviendas particulares habitadas disponen de drenaje conectado a la red pública, mientras que el 2.48 % No disponen de drenaje. En San Luis Río Colorado el 80.7 % de las viviendas cuenta con energía eléctrica.

ECONOMÍA

Actividades económicas

De acuerdo con los datos registrados por el Censo de Población y Vivienda 2019, el sector de actividad económica más representativo en el municipio de San Luis Río Colorado es el de Comercio al por Menor, donde concentraron más unidades económicas en San Luis Río Colorado y se distribuyen en Comercio al por Menor (2,606 unidades), Otros Servicios Excepto Actividades Gubernamentales (1,529 unidades) y Servicios de Alojamiento Temporal y de Preparación de Alimentos y Bebidas (978 unidades). los sectores económicos que concentraron más empleados

dependientes de la unidad económica en San Luis Río Colorado fueron Industrias Manufactureras (12,900 empleados).

Ventas Internacionales

Las principales ventas internacionales de San Luis Río Colorado en 2020 fueron Equipos Eléctricos para Amplificación de Sonido (US\$233M), Partes y Accesorios de Vehículos Automotores (US\$33.6M) y Higos, Piñas, Aguacates, Guayaba, Mangos, Frescos o Secos (US\$20.3M).

Los principales destinos de ventas internacionales en 2020 fueron Estados Unidos (US\$269M), Bélgica (US\$52.1M) y China (US\$6.29M).

EMPLEO

La población mayor de 12 años y más económicamente activa es de 99 224 habitantes, de los cuales, el 49.85 % representa la población económicamente activa del total de la población. Las principales actividades económicas que se realizan en esta región constituyen aquellas relacionadas con el sector de la industria manufacturera.

Salario

El salario promedio mensual en el segundo trimestre de 2021 fue de \$5.96k MX siendo superior en \$21.1 MX respecto al trimestre anterior (\$5.94k MX).

Oportunidades, equidad y empleo

Con base en el diagnóstico situacional de las mujeres en el Municipio de San Luis Río Colorado (2020), se identifica que en la Región Interna la Población Económicamente Activa y Ocupada (PEAO), tenemos que asciende al 98.3 % del total de la PEA (Población Económicamente Activa); de los cuales, 60 % son hombres y 40 % mujeres (brecha de género en la PEAO de -25 puntos); indicando un importante rezago en la participación económica de las mujeres en la zona rural

Desigualdad

El Índice de Desigualdad de Género (IDG) refleja la desventaja que pueden experimentar las mujeres respecto de los hombres en tres dimensiones: salud reproductiva, empoderamiento y mercado laboral.

La desigualdad es de 0.37, de acuerdo con el índice de GINI en SAN LUIS RÍO COLORADO

El IDG tiene un valor cercano a cero cuando el panorama de desarrollo es igualitario, y se aproxima a uno cuando las desventajas de las mujeres frente a los hombres son amplias.

Indicadores de pobreza y carencias sociales 2010-2015

De acuerdo con los datos de CONEVAL 2015 el 35.7 % (199 021 habitantes) de la población de San Luis Río Colorado se encuentra en situación de pobreza moderada, y un 4.55% (9 055 habitantes) pobreza extrema; y la población vulnerable por ingresos fue de 7.63%, si bien ha disminuido en promedio, aun representa una gran de la población.

El porcentaje de población con ingresos menores a la línea de bienestar pasó de 6.02 % en 2010 a 7.63 % en 2015, el porcentaje de población con carencia por acceso a seguridad social fue de 53.4% y por acceso a los servicios básicos en la vivienda pasó de 22 % a 34.1 % en 2015

De acuerdo con los valores de acceso a los servicios básico San Luis Río Colorado presenta que en 2020:

Población sin acceso a agua fue del 0.7%	Población sin electricidad 1.19 %
Población sin baño 0.66 %	Población sin alcantarillado 3.04 %

Principales actividades económicas a nivel municipal

En lo que respecta al municipio de San Luis Río Colorado, el 16,66% de la población se ocupa en el sector primario, el 22,02% en el sector secundario, el 60,30 en el terciario (20,80% en el comercio y 39,50% en servicios) y un 1,03% no se especifica. (INEGI I. N., 2017)

Las actividades productivas preponderantes en la ciudad de San Luis Río Colorado son la agricultura agroindustrial, orientada a la producción de hortalizas –fresco, trigo, alfalfa y algodón, y la actividad industrial principalmente la industria de la confección. (SIDUR, JRM Consultores, Ayuntamiento de San Luis Río Colorado, 2012)

No obstante, las condiciones climáticas y de aridez del territorio del Municipio de San Luis Río Colorado, éste ha logrado alcanzar un considerable nivel de desarrollo industrial, debido principalmente al establecimiento de maquilas. Sin embargo, esto ha tenido costos ambientales que han dado por resultado la degradación del medio ambiente con los consecuentes daños a la salud. Entre las principales problemáticas destacan:

- La contaminación del aire, suelo y agua generada por el tiradero de basura a cielo abierto que ocupa cerca de 80 hectáreas de terreno ubicado al Sur de la ciudad. (Agua.org.mx, 2015)
- La contaminación del aire, suelo y agua generada por la quema de 17 mil hectáreas de paja de trigo y las ladrilleras. (Agua.org.mx, 2015)
- La falta de control de descargas de aguas negras, debido a que sólo el 40% de la zona urbana cuenta con alcantarillado, mientras que el 60% restante utiliza fosas sépticas. (Gobierno del Estado de Sonora, Gobierno Municipal de San Luis Río Colorado, JRM Consultores, 2010)

En conclusión, la sobreexplotación del recurso agua y la contaminación del aire, suelo y agua, debido al crecimiento del centro urbano de San Luis Río Colorado y a las actividades antropogénicas que se desarrollan en la región han provocado una degradación significativa del medio ambiente, lo cual ha tenido consecuencias en la salud pública.

Percepción de la población y aspectos socioeconómicos

A partir del conjunto de entrevistas realizadas, se elaboró las siguientes valoraciones sobre la percepción que la población tiene respecto a la introducción de una obra eléctrica, y propone algunas recomendaciones:

1. Existe un problema evidente de insuficiencia de energía eléctrica en toda la región visitada, que se expresa en continuos apagones debidos a sobrecargas, principalmente durante las tardes-noches por la utilización de equipos de refrigeración industrial y en los hogares y cuando se presentan viento. La mayoría de las personas entrevistadas valoran que a medida que se ha incrementado la población, el número de aparatos y de actividades que requieren energía eléctrica, el problema se ha venido agudizando, convirtiéndose en una limitante para algunas actividades:

tiendas, molinos, tortillerías, herrerías, agricultura, restaurantes. Toda vez que el uso de motores, que requieren de mayor carga eléctrica, se ve dificultado por la insuficiente potencia o sobre carga.

2. La percepción generalizada, es que una obra, de esta naturaleza beneficiaría a todos ya que hace falta más energía eléctrica. Es decir, la introducción de la electricidad se valora como un bien común y el conjunto de las entrevistas nos indican que en esto la gente está de acuerdo.

3. Será importante considerar las necesidades de energía de las localidades y de los municipios, así como la distribución que de ésta se vaya a hacer, ya que, en la actualidad una parte de la región recibe la energía proveniente de Mexicali, lo que es percibido por la población como un trato diferenciado.

4. La opinión sobre los beneficios de la introducción de más energía, si bien en general es de orden positivo, el énfasis en su necesidad conveniencia varía en función de los intereses representados. Así, dueños de tiendas, molinos, carnicerías, hoteles, restaurantes, y demás actividades que requieren de aparatos que funcionan a base de electricidad denotan una actitud más positiva; mientras que las personas dedicadas a las actividades agropecuarias reconocen la conveniencia de una obra de esta naturaleza, para el desarrollo del campo y la industria.

IV.5. Referencias

- Agenda Ecológica Federal, 2013. Ediciones fiscales ISEF, S.A. México, D.F.
- Allen S, D. 2000. National Audubon Society The Sibley Guide to Birds.
- Álvarez-Castañeda y S.T., Patton J.P. 2000. Mamíferos del Noroeste de México, Tomo I. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.
- González-Bernáldez, F., 1981. Ecología y paisaje. H. Blume Ediciones. CD Y PAÍS
- Guzmán, U, Arias, S, y Dávila, P. 2007. Catálogo de Cactáceas Mexicanas. Universidad Nacional Autónoma de México; Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de La Biodiversidad. México, D.F.
- INEGI, 2004. Guía para la interpretación de cartografía edafología. Aguascalientes, Aguascalientes.
- INEGI, 2010. Guía para la interpretación de cartografía climatológica. Aguascalientes, Aguascalientes.
- INEGI, 2010. Guía para la interpretación de cartografía geológica. Aguascalientes, Aguascalientes.
- INEGI, 2010. Guía para la interpretación de cartografía uso de suelo y vegetación. Aguascalientes, Aguascalientes.
- INGEI, 1995. Síntesis Geográfica del Estado de BCS. Aguascalientes, Aguascalientes.
- Muñoz-Pedrerros, A., 2004. La evaluación del paisaje. Una herramienta de gestión ambiental. Revista Chilena de Historia Natural. 77: 139-156.
- National Geographics, 2006. Field Guide to the Birds of North America, Washington, D.C, U.S.A.
- NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre-Categorías de riesgo y especificaciones para inclusión exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
- Sibley, D.A. Eleventh Printing, June 2010. The Sibley Guide to Birds. National Audubon Society.

- Stebbins, R. C. 2003. Western Reptiles and Amphibians. 215 Park Avenue, New York, New York 10003.
- Transelec, S.A. 2009. DIA Línea de Transmisión Eléctrica Transelec: Línea Base de Paisaje. Golder Associates S.A., 25 pp.
- Velázquez, R.L, y Gómez, D.J, 1997. Calculo del clima de acuerdo al segundo sistema de Thornthwite. Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Suelos.
- Propuesta de Guía para elaborar Manifestaciones de Impacto Ambiental de Líneas de Transmisión de 115, 230 y 400 kV., Subdirección de Construcción de C.F.E., 2003.
- Caire W. 1976. Distribution and Zoogeography of mammals of Sonora, Mexico. University of Albuquerque, New México. Albuquerque, New México, U.S.A.
- Conant R. and Collins J. 1998. 3^a edition. Reptiles and Amphibians. Houghton Mifflin Company. Boston, New York, U.S.A.
- Gould F. 1978. Common Texas Grasses an Illustrated Guide. Texas A & M University Press. U.S.A. 266 p.
- Howell S. and Webb S. 1999. A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America. Oxford: University Press.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). Carta uso de suelo y vegetación INEGI. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). Carta Edafológica, INEGI. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). Carta Geológica. INEGI. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). Carta de Hidrología Superficial. INEGI. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). Carta de Hidrología Subterránea INEGI. México.
- Ceballos Gerardo. 2005. Los Mamíferos Silvestres de México, Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad. Primera Edición, México D.F., 986 P.
- Rau J. and Wooten D. 1980. Environmental Impact Analysis Handbook. McGraw-Hill Book Company. New York, U.S.A. Cap. 8.
- Rzedowski, J., 1986, Vegetación de México, Editorial Limusa, Tercera Reimpresión, México, D.F., 432 p.
- Rzedowski, J. y Mc. Vauch. R., 1966, La Vegetación de la Nueva Galicia, University Herbarium, University de Michigan, Ann Arbor, Michigan, USA. 123 p.
- Bojórquez-Tapia, L. A., E. Ezcurra y O. García, 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. Journal of environmental management 53, 91-99.
- Álvarez-Castañeda, S.T. y Patton, J.L. 1999. Mamíferos del noroeste de México. La Paz, B.C.S, México.

- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. CONABIO-Instituto de Ecología. A.C. 212 pp.
- Bibby, C.J., N.D. Burgess y D.A. Hill. 1992. Bird Census Techniques. Academic Press, 257 pp.
- Bell, P y Wright, D. 1987. Rocas y minerales. Guías-Prácticas Omega. Editorial Omega.
- Burt, W. y Grossenheider, R. 1998. Mammals. Peterson Field Guides. E.U.A.
- Canter, W. L., 1999. Manual de evaluación de impacto ambiental: técnicas para la elaboración de estudios de impacto. McGraw-Hill. España. 841 pp.
- Casas-Andreu, G. y C. J. McCoy. 1979. Anfibios y reptiles de México. Limusa, México.
- Conesa, F. V., 1997, Instrumentos de la Gestión Ambiental de la Empresa, Ediciones Multi – Prensa, Madrid, Barcelona, España 541 p.
- Conesa Fdez-Vítora, V., 1995. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ed. Mundi-Prensa. 2ª. Ed. España. 390 pp.
- Derruau, M. 1966. Geomorfología. Editorial Ariel
- Duinker, P.N y Beanlands, G. E., 1986. The significance of environmental impacts: An exploration of concepts. Environmental Management 10, 1-10
- Flores-Villela, O. y P. Gerez, 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. CONABIO. 439 pp.
- Flores-Villela, O. y L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la Herpetofauna de México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 20 (2):1-31. México.
- Flores-Villela, O., 1993. Herpetofauna Mexicana: lista anotada de especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes y nuevas especies, Cornege Museum of Natural History, Special Publications 17:1-73.
- González-Bernáldez, F., 1981. Ecología y paisaje. H. Blume Ediciones. CD Y PAÍS
- Guerra-Peña, F. 1980. Fotogeología. Universidad Nacional Autónoma de México
- Hall, E. R. 1981. The Mammals of North America. John Wiley and Sons, Vol 1 y 2.
- Howell, S. N. G. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press, 849 pp.
- INEGI. 2010, Tabulados básicos, XII Censo de Población y Vivienda 2010.
- INEGI. 2010. II Conteo de población y vivienda 2010, www.inegi.gob.mx
- Leopold, L. B. 1971. A procedure for evaluating environmental impact. Geological Survey. Circular 645. Washington, D.C.
- Lira, I., *et al.* 1994. Diccionario de mamíferos. AGT Editor, S.A. México, D.F.
- Lugo-Hubp, J. 1989. Diccionario geomorfológico. Universidad Nacional Autónoma de México.
- National Geographic, 2002. Field Guide to the Birds of North America. Washington, D.C., 480 pp.
- Muñoz-Pedreras, A., 2004. La evaluación del paisaje. Una herramienta de gestión ambiental. Revista Chilena de Historia Natural. 77: 139-156.
- Pérez-Gil Salcido, R., F. Jaramillo Monroy, A. M. Muñiz Salcedo y M. G. Torres Gómez. 1996. Importancia económica de los vertebrados silvestres de México. PG7 Consultores S.C. y CONABIO, 170 pp.

- Peterson, R. T. y E. L. Chalif, 1994. Aves de México, Guía de Campo, Edit. Diana, S.A. de C.V., 2ª ed. México, 473 pp.
- SEMARNAT, 2005. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación 2020.
- SEMARNAT, 1998. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. Diario Oficial de la Federación del 25 de noviembre de 1988.
- SEMARNAT, 2006. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación del 30 de noviembre de 2006.
- SEMARNAT, 2003. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación 2018.
- SEMARNAT, 2003. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación del 8 de octubre de 2003.
- SEMARNAT, 2002. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Diario Oficial de la Federación del 30 de mayo de 2002.
- SSA, 1982. Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión del Ruido. Diario Oficial de la Federación del 6 de diciembre de 1982.
- Stebbins, R. C. 1985. Western reptiles and amphibians. 2nd. Ed. Houghton Mifflin Co., USA.
- Vaughan, T.A., 2000. Mammalogy. Thomson Learning.
- Villa, B. y F. A. Cervantes, 2003. Los mamíferos de México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Grupo Editorial Iberoamérica, S: A. de C.V. 140 pp.
- Whitaker, Jo. O., Jr. 1996. Field guide to Mammals. National Audubon Society. Alfred A. Knopf, Inc. New York.
- Sánchez, C. E.A., Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Cálculo de escurrimiento natural impactado por la anomalía de precipitación promedio de dieciséis modelos de circulación general atmosférica. Septiembre, 2009.
- Etchevers, B.J.D. et al., Formulación de indicadores para evaluar y monitorear la desertificación en México, SEMARNAT, INE, CP Y UACh.
- Ordóñez, J.E.B., 2010. Manejo del Agua en Cuencas Hidrográficas: Desarrollo de Nuevos Modelos en México. WWF México. Programa Agua
- Ascurra, C.F., S. Solari and D. E. Wilson, 1996. "Diversidad y ecología de los Quirópteros en Pakitza". Pp 593-612. in: Kunz, T. H. y M B. Fenton, eds. Bat Ecology. The University of Chicago Press. Chicago.
- Avian Power Line interaction Comittee (APLIC), 1994. Mitigation Bird Collisions with Power Lines: The State of the Art in 1994. Edison Electric Institute. Washington, D. C.
- Bernard, E., 2001. "Vertical stratification of bat communities in primary forest of Central Amazon", Brazil. Journal of Tropical Ecology (2001) 17: 115-126.
- Bernard, E., 1998. "Vertical stratification of bat communities in tree-fall gaps in Central Amazonian primary forest". Selbyana, 19: 268-269. in: Kunz, T. H. y M B. Fenton, eds. Bat Ecology. The University of Chicago Press. Chicago.
- Berthold, P., 1993. Bird migration: a general survey. Oxford University. New York. 239pp.

- Bojórquez-Tapia, L. A., E. Ezcurra y O. García, 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. *Journal of environmental management* 53, 91-99.
- Bojórquez Tapia, L. A. y O. García. 1998, "An Approach for Evaluating EIAs- Deficiencies of EIA in Mexico", *Environmental Impact Assessment Review*, 18: 217-218, 237.
- DeGraaf, R., y Rappole, J., 1995. Neotropical migratory bird: natural history, distribution and population. Comstock. Itahaca. 676 pp.
- Duinker, P.N y Beanlands, G. E., 1986. The significance of environmental impacts: An exploration of concepts. *Environmental Management* 10, 1-10
- Ezcurra, E., 1995, "La evaluación de impacto ambiental", *Gaceta Ecológica*, Instituto Nacional de Ecología (INE), 36: 110.
- Francis, C. M., 1990. "Trophic structure of bat communities in the understory of lowland dipterocarp rain forest in Malaysia". *Journal of Tropical Ecology.*, 6: 421-431. in: Kunz, T. H. y M B. Fenton, eds. *Bat Ecology*. The University of Chicago Press. Chicago
- Instituto Nacional de Ecología-Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2002. Electrocutación de aves en líneas eléctricas de México: Hacia un diagnóstico y perspectivas de solución, México. 78 pp.
- Kalko, E. K. V., Handley C. O. & Handley D., 1996. "Organization, diversity, and long-term dynamics of a neotropical bat community". Pp. 503-551 in Cody, M. & Smallwood, J. (eds). *Long term studies in vertebrate communities*. Academic Press, San Diego.
- Leopold, L. B., F. E. Clarke, B. B. Hanshaw y J. R. Balsley, .1971. A Procedure for Evaluating Environmental Impact, Government Printing Office, Geological Survey Circular 645, Washington.
- Navarro, A. G. y H. Benítez, 1995. El dominio del aire. Fondo de Cultura Económica.
- Simmons, N. B. and R. S. Voss, 1998. "The mammals of Paracou, French Guiana: a Neotropical lowland rainforest fauna". Pt. 1. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 237: 1-219. in: Kunz, T. H. y M B. Fenton, eds. *Bat Ecology*. The University of Chicago Press. Chicago.
- ANTEZANA J. 2001. Calibración de los factores de erosión utilizando la ecuación universal de Perfiles de suelo revisado RUSLE en sistemas de producción agrícola de la Cuenca Taquiña. Centro de Levantamientos Aeroespaciales y aplicaciones SIG para el Desarrollo Sostenible de los Recursos Naturales (CLAS), Cochabamba, Bolivia. 77 p.
- ASCE. 1975. Sedimentation Engineering. Ed. V. A. Vanoni. American Society of civil engineering. Manuals and Reports No. 54. 745 pp.
- BECERRA, M. 2005. Escorrentía, erosión y conservación de suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México, México. 375 pp.
- CHEPIL, W.S., and N.P. Woodruff. 1963. The physics of wind erosion and its control. *Adv. In Agron.* 15: 211–302.
- FAO. 1979. A provisional methodology for soil degradation assesment.
- FIGUEROA, B. 1975. Pérdida de suelo y nutrimentos y su relación con el uso del suelo en la cuenca del rio Texcoco. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo México.
- FIGUEROA, B., A. AMANTE, H. CORTES, J. PIMENTEL, E. OSUNA, J. RODRIGUEZ y F. MORALES. 1991. Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión. Edit. SARH-

Colegio de Posgraduados. Subsecretaría de Agricultura, Dirección General de Política Agrícola. México. D. F. 150 pp.

- FITZ, P., E.A. 1984. Suelos: Su formación, clasificación y distribución. C.E.C.S.A. México.
- FOSTER, G.R. 1982. Modeling the erosion process. In C T Hann, H P Johnson and D L Brakensick (eds), Hydrologic modeling of small watersheds. American Society of Agricultural Engineers Monograph 5: 297-380.
- HUDSON, N. W. 1995. Soil conservation. Third Edition. Batsford London. UK. 391 pp.
- LANGBEIN W.B and S.A Schumm. 1958. Yield of sediments in relation to mean annual precipitation. Trnas. Am. Geophys. Union 39:1076-1084.
- LYLES, L. 1974. Speculation on the effects of wind erosion on productivity. Special Report to task Force on Wind Erosion Damage Estimates. Washington D.C. U.S Department of Agriculture. 70 pp.
- MANNAERTS, C. 1999. Factores de erosión. Módulo 11: Degradación de suelos. ITC. Curso de Postgrado en levantamiento de recursos hídricos. Cochabamba, Bolivia.
- Norma Oficial Mexicana NOM 011 CNA 2000, Conservación del recurso agua que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.
- Ortiz, M. M., Anaya, M. y J. W. Estrada-Berg. 1992. Evaluación y cartografía de la erosión eólica en la República Mexicana. Cuaderno de Edafología 19. Centro de Edafología, Colegio de Posgraduados. Montecillo, Estado de México, México. 161 pp.
- SCHOSINSKY, G. & LOSILLA, M., 2000: Modelo analítico para determinar la infiltración con base en la lluvia mensual.- Rev. Geol. Amér. Central, 23: 43-55.
- SCHOSINSKY, G. 2006: Calculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos mensual. Rev. Geol. Amér. Central, 34-35; 13-30
- SEMARNAT-UNAM. 2001. Inventario nacional forestal de la República Mexicana (cobertura digital). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- SEMARNAT. 2002. Evaluación de la pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica en la República Mexicana, esc. 1:1 000 000. México, D.F. 146 pp.
- WILSON S.J y R.U. cooke. 1984. Erosión eólica. En R.J. Kirkby y R.P.C Morgan (eds). Erosión de Suelos. México. Limusa. 277-302 pp.
- WISCHMEIER, W.H. 1959. A rainfall erosion index for a universal soil loss equation. Soil Sci. Soc. Amer. Proc.23 246 – 249.
- CONABIO, 1998. La Diversidad biológica de México: Estudio de País, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F. 341 pp.
- CONAFOR. 2010. Servicios ambientales. Comisión Nacional Forestal. Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php/temas-forestales/servicios-ambientales>
- CONANP. 2010. Áreas protegidas decretadas. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/reservas_biosfera.php.
- CONANP. 2010. Áreas protegidas decretadas. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/parques_nacionales.php
- CONANP. 2010. Áreas protegidas decretadas. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. RAMSAR. http://ramsar.conanp.gob.mx/conanp_hum.php

- Congreso de la Unión. 2012. Ley General de Vida Silvestre. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 2000 con su última reforma del 1 de febrero de 2007.
- Congreso de la Unión. 2012. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 2005. Ley General de Desarrollo Social. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de febrero de 2005.
- Flores-Villela, O. y P. Gerez, 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. CONABIO. 439 pp.
- González-Medrano, F. 2004. Las comunidades vegetales de México, Propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México. SEMARNAT-INE, 2ª ed.
- Krebs, C. J. 1985. Ecología. Estudio de la Distribución y la Abundancia. Harla. México. 753 pp.
- Medrano G., F., 2003. Las comunidades vegetales de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología.
- Niembro R. A., 1990. Árboles y arbustos útiles de México. Universidad Autónoma de Chapingo, Dpto de Bosques. Limusa. México, D. F.
- Revista Mexicana de Biodiversidad: Anuales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Series Botánica y Zoología.
- Rzedowsky, J. 2006. Vegetación de México. 1ra edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504 pp.
- SEMARNAT, Áreas Naturales Protegidas de México con Decretos Estatales, Volumen 2.
- SEMARNAT, 1998. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación del 28 de enero de 1998.
- SEMARNAT. 2010 Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Disponible en: <http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Pages/normasoficialesmexicanasvigentes.aspx>
- SEMARNAT. 2011. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2011. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Primera edición. México.
- SEMARNAT. 2011. Convocatoria 2012 para la asignación de apoyos del programa PROARBOL de la Comisión Nacional Forestal. Publicado en el DOF el 21 de diciembre de 2011.
- SMN. 2010. Normales climatológicas por estación. Servicio Meteorológico Nacional. Comisión Nacional del Agua. Disponible en: http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75.
- Becerra Moreno, A. 2005. Escorrentía, erosión y conservación de suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. México. 375p.
- Bernard, E., 1998. "Vertical stratification of bat communities in tree-fall gaps in Central Amazonian primary forest". Selbyana, 19: 268-269. in: Kunz, T. H. y M B. Fenton, eds. Bat Ecology. The University of Chicago Press. Chicago.
- Bernard, E., 2001. "Vertical stratification of bat communities in primary forest of Central Amazon", Brazil. Journal of Tropical Ecology (2001) 17: 115-126.

- Bojórquez-Tapia, L. A., E. Ezcurra y O. García, 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. *Journal of environmental management* 53, 91-99.
- CNA (Comisión Nacional del Agua). 2008. Ley de Aguas Nacionales. (Última reforma a la Ley publicada 1 dic. 1992) Diario Oficial de la Federación (México MX). Consultado el 25 abr. 2008.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal)-SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2007. Protección, restauración y conservación de suelos forestales (Manual de obras prácticas). 3ª Edición. Zapopan, MX. Comisión Nacional Forestal. 298 p.
- Cortés T, H. 1991. Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados. Tesis M.C. México, MX: Colegio de postgraduados. Montecillo. 168 pp.
- Duinker, P.N y Beanlands, G. E., 1986. The significance of environmental impacts: An exploration of concepts. *Environmental Management* 10, 1-10
- Ezcurra, E., 1995, "La evaluación de impacto ambiental", *Gaceta Ecológica*, Instituto Nacional de Ecología (INE), 36: 110.
- FAO. 1980. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de suelos. FAO. Roma. 86 pp.
- Figueroa, S., B., A. Amante O., H. G. Cortés T., J. Pimentel L., E. S. Osuna C., J. M. Rodríguez O., F. J. y F. Morales (1991), *Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión*, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Colegio de Postgraduados-CREZAS, San Luis Potosí, México.
- Francis, C. M., 1990. "Trophic structure of bat communities in the understory of lowland dipterocarp rain forest in Malaysia". *Journal of Tropical Ecology.*, 6: 421-431. in: Kunz, T. H. y M B. Fenton, eds. *Bat Ecology*. The University of Chicago Press. Chicago
- Gandía, S; Meliá, J. 1993. La teledetección en el seguimiento de los fenómenos naturales. *Climatología y desertificación*. España. 189-192 Pp.
- Kalko, E. K. V., Handley C. O. & Handley D., 1996. "Organization, diversity, and long-term dynamics of a neotropical bat community". Pp. 503-551 in Cody, M. & Smallwood, J. (eds). *Long term studies in vertebrate communities*. Academic Press, San Diego.
- Leopold, L. B., F. E. Clarke, B. B. Hanshaw y J. R. Balsley, .1971. A Procedure for Evaluating Environmental Impact, Government Printing Office, Geological Survey Circular 645, Washington.
- Leclerc, G., and J. Rodríguez. 1998. "Using a GIS to determine critical areas in the Central Volcanic Cordillera Conservation Area." En: B.G. Savitsky y T.E. Lacher Jr (Eds.), *GIS Methodologies for Developing Conservation Strategies: Tropical Forest Recovery and Wildlife Management in Costa*.
- Linner EA. 2007. A checklist of the Amphibians and Reptiles of Mexico. *Occasional papers of the Museum of Natural Science*. Louisiana, US. Louisiana State University. may. No. 80.
- Magurrán, A.E. 2004. *Measuring biological biodiversity*. USA. Blackwell Publishing. 256 p.
- Manson, R. 2007. Efectos del uso del suelo sobre la provisión de servicios ambientales hidrológicos: monitoreo del impacto del PSAH. Informe final. (en línea) Consultado 25 jun. 2012. Disponible en: http://www.ine.gob.mx/descargas/dgipea/inf_final_ine_rhm_manson.pdf

- Moreno, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. SP. M&T– Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Mostacedo, B. 2000. Manual de Métodos básicos de muestreo y análisis de ecología vegetal. BO. BOLFOR. Santa Cruz. 87 p.
- Navarro, A. G. y H. Benítez, 1995. El dominio del aire. Fondo de Cultura Económica.
- Pagiola, S; Bishop, J; Landell-Mills, N. 2003. La venta de servicios ambientales forestales. 2da ed. México, MX. INE. 463 p.
- SINADES (Sistema Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Degradación de los Recursos Naturales). 2008. Estrategia nacional de manejo sustentable de tierras frágiles. Versión para consulta. MX. 132 p.
- Thornthwite. Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Suelos.
- UNEP (United Nations Environment Programme)-WCMC (World Conservation Monitoring Centre). 2011. UNEP-WCMC Species Database: CITES-Listed Species. (en línea) Consultado 30 jun. 2012. Disponible en <http://www.cites.org>
- [www. Inegi.gob.mx](http://www.Inegi.gob.mx)
- www.conabio.gob.mx
- www.semarnat.gob.mx



CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B - REGIONAL

Contenido

5. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....	3
5.1 Identificación De Impactos.....	4
5.2 Caracterización De Los Impactos.....	12
5.3 Valoración De Los Impactos	27
5.4 Análisis De La Significancia De Los Impactos Ambientales Del Proyecto	35
5.5 Impactos Residuales	36
5.6 Impactos Acumulativos	37
5.7 Conclusiones.....	39
5.8 Bibliografía.....	41

5. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Las condiciones ambientales actuales en las que se encuentra el Sistema Ambiental Regional (**SAR**) o Cuenca Hidrográfica Forestal (**CHF**) definido para el proyecto **CCI Parque Industrial**, su Área de Influencia (AI) y Área del Proyecto (AP), serán afectadas en cierto grado de acuerdo con lo que se manifiesta en la presente sección.

La **CHF o SAR**, como se ha descrito en el Capítulo IV, está conformado por el límite de las Microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado. Abarca una **superficie de 18.07733 km²**. Dentro de la cual se identifican y describen en el Capítulo IV los aspectos abióticos, bióticos y socioeconómicos con los que interactuará el Proyecto y que posiblemente sus características o condiciones en las que se encuentran sean alteradas. En la tabla 5.1.11, se especifica las superficies en hectáreas (ha) y porcentajes (%) que ocupan los principales usos de suelo en el SAR actualmente.

En el presente capítulo se identifican los posibles impactos que puedan resultar potenciales a fin de evaluarlos y determinar si pueden ser relevantes o significativos para proponer las medidas pertinentes de prevención, mitigación y compensación, de acuerdo con los conceptos establecidos en el “Instructivo para la elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) del trámite de cambio de uso de suelo forestal, modalidad B -Regional”.

Existe un gran número de métodos para evaluar impactos ambientales de proyectos de diferente índole. Sin embargo, para el presente, se optó por aplicar los conceptos metodológicos que propone Bojórquez-Tapia *et al.* (1988), haciendo algunas adaptaciones. El método de estos autores se seleccionó debido a las ventajas que ofrece para hacer una identificación, una caracterización y una evaluación de los efectos potenciales que se generen mediante la asociación causa - efecto vs los factores ambientales donde se inserta dicho Proyecto. Por otro lado, la experiencia adquirida por años en la identificación, evaluación y caracterización de los impactos ambientales de los proyectos del sector eléctrico también se considera desde el desarrollo de dicho método.

Las ventajas que se tiene en la aplicación del método de Bojórquez-Tapia *et al.* (1988), son:

- Permite que la información a analizar sea organizada en un formato simple, no es necesario elaborar matrices o modelos complejos.
- No se duplican las actividades del proyecto con respecto a los impactos.

- Los enjuiciamientos sobre los impactos son rastreables, no queda sujeta a la subjetividad del evaluador.
- Es un procedimiento sistemático y objetivo, en el que todos los impactos se evalúan bajo los mismos criterios.
- Existe mayor certidumbre en los resultados y se facilita la racionalidad en la toma de decisiones.
- Los datos reales, más fácilmente obtenidos para los criterios básicos, pueden ser separados de los valores más subjetivos enjuiciados para los criterios complementarios.
- Los resultados permiten al equipo multidisciplinario estimar la eficiencia de las medidas de mitigación y en consecuencia se obtienen los impactos residuales; así mismo, se facilita explorar las alternativas.

De esta manera, el método cumple las condiciones que Lawrence (1993) señala para un procedimiento científicamente válido: la rastreabilidad de los datos, la cuantificación de los cambios y la inclusión de métodos matemáticos válidos. Con este procedimiento se previene algunos de los problemas detectados en los documentos en materia de impacto ambiental, tales como ambigüedad e inconsistencia de los criterios de evaluación (Ezcurra, 1995, Bojórquez-Tapa y García, 1998).

El procedimiento y desarrollo consistió en cuatro aspectos fundamentales:

1. *Lista de actividades y acciones de proyecto:* El proyecto se definió en tres etapas a) Preparación del Sitio y Construcción, b) Operación y Mantenimiento y c) Desmantelamiento de obras provisionales; a partir de esto se definieron las obras que incluye cada una de las etapas, para posteriormente identificar las acciones que requiere cada una de las obras y que al interactuar con el ambiente genere un impacto.
2. *Lista de factores y componentes:* Son los elementos del ambiente en donde se dé el impacto.
3. *Interacciones ambientales:* Se realizó a través de una matriz de causa-efecto, este es un método que permite identificar las interacciones entre los componentes del proyecto y los elementos del ambiente donde se prevén impactos. Asimismo, permite vislumbrar donde pueden darse impactos acumulativos.
4. *Calificación de impactos:* se determinó utilizar la metodología de Bojórquez y Tapia (1988) ya que incluye tanto criterios básicos (magnitud, extensión y duración) como complementarios (sinergia, acumulación y controversia). Adicionalmente califica la significancia, considerando las medidas de mitigación.

5.1 Identificación De Impactos

Para identificar los posibles impactos que se causarán por la realización del Proyecto **CCI Parque Industrial**, se consideró como primera fase, las actividades y obras a realizar señaladas y descritas en Capítulo II, las cuales son retomadas para elaborar una lista simple y, que interactuarán con los componentes ambientales característicos del SAR o CHF descritos en el Capítulo IV, de los cuales se hace una lista simple también de los mismos. Configurando ambas listas en una matriz tipo Leopold (1979), se arreglan de tal manera que se crucen para así identificar interacciones y posteriormente los impactos.

Una vez definidas las interacciones o cruces de ambas listas resultantes (impactos identificados) a través de la metodología de Bojórquez-Tapia *et al.* (1989) modificada, se evalúan dichos impactos ambientales. En resumen, consistió en lo siguiente

- a) Elaboración de una lista de actividades y acciones sobresalientes que comprende el proyecto (ver capítulo II).
- b) Elaboración de una lista de factores o componentes ambientales (ver capítulo IV).
- c) Determinación de las interacciones entre proyecto y ambiente. Identificación de interacciones ambientales.

a) Lista de actividades y obras relevantes que comprende el Proyecto CCI Parque Industrial San Luis Río Colorado.

Las actividades analizadas más sobresalientes de cada una de las etapas que consta la realización del Proyecto **manifestadas en el Capítulo II** del presente documento son: Preparación del Sitio, Construcción y, Operación y Mantenimiento. En la tabla 5.1.1, se indican describiendo a la vez el medio o aspecto que pueden afectar.

Tabla 5.1.1 Lista de actividades y obras del Proyecto CCI Parque Industrial que pueden afectar

Etapas	Actividades / Obra	Aspecto que o puede impactar
Preparación del Sitio	<ul style="list-style-type: none"> – Presencia de personal temporal – Delimitación del terreno o ubicación de puntos de referencia (levantamiento topográfico del sitio requerido). – Sondeo y estudio de mecánica de suelos. – Limpieza, desmonte y despilme 	<ul style="list-style-type: none"> – Caza o daño a la fauna considerada peligrosa – Perforación para la cimentación de mojoneras como referencia de la dimensión del predio. – Emisión de gases y ruido – Desperdicios o desechos de residuos

	<p>en 9 ha.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Uso y mantenimiento de maquinaria, vehículos y equipo en general. 	<ul style="list-style-type: none"> - vegetales, sólidos, domésticos etc. - Terreno desprotegido de vegetación temporalmente - Fragmentación de la cobertura vegetal (afectación al hábitat vegetal y de fauna como a la biodiversidad) - Presencia de elementos visuales externos al paisaje.
Construcción	<ul style="list-style-type: none"> - Obra civil - Presencia de personal temporal - Nivelación y compactado de terreno mediante maquinas o equipo de construcción - Excavaciones y perforaciones a cielo abierto - Armado de cimbrado - Cimentación y colocación de concreto para estructuras mayores - Plataforma de concreto-Casetas, - Levantamiento de edificios, cuarto de control, oficinas, bodegas etc. - Muros de concreto, bardas y diques - Obra electromecánica (instalación) - Presencia de personal temporal - Montaje de estructuras mayores y menores - Montaje, tendido y conectado de buses - Acomodamiento de las Unidades motogeneradoras - Montaje de transformadores y equipo en general para la Subestación Eléctrica. - Montaje de bancos y cargadores de batería. - Conexión de cableado, tuberías, alumbrado, sistema de tierras. 	<ul style="list-style-type: none"> - Caza o daño a la fauna considerada peligrosa - Extracción de plantas valiosas o fogatas con residuos vegetales - Fosas abiertas temporales - Colocación de varillas de acero - Capa o plataforma de concreto - Emisión de gases y ruido - Extracción y desecho de material pétreo - Pedacería de materiales constructivos: metales, madera, papel. - Residuos sólidos de materiales de equipo y domésticos - Residuos líquidos (aceites) sobre suelo
Operación y mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia de personal permanente - Infraestructura eléctrica instalada en conjunto 	<ul style="list-style-type: none"> - Daños a la fauna considerada peligrosa - Generación de emisiones y ruido - Residuos sólidos, vg, estopas

	<ul style="list-style-type: none"> – Unidades generadoras de electricidad. – Equipos varios conteniendo, agua, sustancias, combustibles – Supervisión, controles automáticos, equipo de medición, tableros. – Mantenimiento de infraestructura eléctrica – Riesgos ambientales por la operación 	<ul style="list-style-type: none"> impregnadas de aceite – Elementos artificiales permanente en el paisaje. – Presencia de mancha de humo (pluma) en el paisaje – Contaminación a la calidad del aire – Riesgo de incendio por fallas técnicas o humanas – Cambios de uso de suelo
Abandono del sitio o rehabilitación de las Unidades	<ul style="list-style-type: none"> – Desmantelamiento de conexión – Retiro de equipo de controles – Demolición de plancha de concreto – Restauración de suelo – Reforestación 	<ul style="list-style-type: none"> – Pedacería de componentes o material desechado de infraestructura. – Escombros de concreto

b). Elaboración de una lista de Componentes y factores

En la tabla 5.1.2, se describe la lista de factores y componentes ambientales analizados en el **Diagnóstico Ambiental del Capítulo IV**, en donde incidirán las actividades y obras del Proyecto **CCI Parque Industrial**, y que podrán ser o no afectadas. Se indican de manera general las características de las condiciones del factor ambiental.

Tabla 5.1.2 Lista de componentes y factores físicos del SAR del Proyecto CCI Parque Industrial.

Componente	Factor	Condiciones de interacción
Clima	Temperatura (altas)	La infraestructura eléctrica estará expuesta a altas temperaturas.
	Precipitación (baja)	La infraestructura eléctrica estará expuesta a una humedad baja.
	Balance climático	NO se interrumpirán los procesos de evapotranspiración, ni los índices de humedad, ni de aridez, ni la concentración térmica.
Fenómenos meteorológicos	Ciclones tropicales (escasos)	La CCI PI estará expuesto a la fuerza de los ciclones cuando lleguen a presentarse.
	Inundaciones escasas	El predio de la CCI está en una zona indicada como de alto riesgo. puede o no ser inundado.
	Sequía	No se contribuye a esta condición.

Geomorfología	Topoformas (campo de dunas)	Se modifica superficial y puntualmente el campo de dunas, pero solamente en el predio del proyecto.
	Geología (arenas)	Se removerá superficialmente material pétreo del área del proyecto.
	Sismos (zona D)	El predio para el Proyecto se ubica en la zona (D) de la clasificación de zonas de sismos considerada "Muy frecuentes" donde la aceleración del suelo sobrepasa el 70% de aceleración de gravedad.
Suelo	Tipo de suelo (arenosos o regosol)	La interacción con este tipo de suelo que es considerado muy susceptible a la erosión.
	Calidad	La interacción no afectará la composición química del suelo.
	Procesos (erosión)	La interacción del proyecto con el recurso suelo en el área no se detectan zonas frágiles o críticas.
Agua	Cantidad Disponibilidad (Escorrentamiento superficial)	La presencia-ausencia del líquido para ser usada o no de manera superficial o subterránea, según la NOM-011-2015.
	Calidad	Es un indicador de la concentración máxima de contaminantes, con relación a los límites permisibles que establece la normatividad a fin de determinar su adecuado uso.
	Procesos (infiltración)	Es el proceso por el cual el agua se filtra puede reducirse.
Aire	Calidad	Indicación de la concentración de contaminantes en el aire-ambiente, con relación a los límites permisibles que establece la normatividad para evitar daños a la salud.
	Confort sonoro	Indicación del nivel de ruido, con relación a los límites permisibles que establece la normatividad para evitar daños a la salud y al bienestar humano y ambiental.
Vegetación / Flora	- Cobertura vegetal (comunidad)	Disminuye una superficie de cobertura vegetal de CHF o SAR
	- Flora	Se afectan plantas de spp., de valor económico, ecológico y posiblemente legales según la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	- Biodiversidad	Se afecta la riqueza y abundancia de especies y plantas, respectivamente.
Fauna	- Especímenes	Se afectan especímenes de valor económico, ecológicos y posiblemente legales según la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	- Hábitat	Se afecta el hábitat con la disminución de la cobertura vegetal
	- Biodiversidad	Posibles cambios en los índices de diversidad (riqueza y abundancia) de especímenes de fauna.

Socio-económico	- Población	Cambios en los índices de pobreza
	- Economía	Generación de empleos
	- Infraestructura y servicios	Seguridad en el servicio eléctrico para la población, comercio y e industria.
	- Uso de suelo	Cambios en los usos de suelo de forestal a industrial
	- Paisaje	Cambios en el grado de aceptación o rechazo del paisaje por la presencia de elementos externos al mismo.

c). Determinación de las interacciones entre proyecto y ambiente

El proceso de identificación de impactos ambientales consistió entre las interacciones existentes (causa-efecto) de las actividades del Proyecto vs los factores ambientales mediante la adecuación de una matriz de tipo Leopold (1979) se ordenaron dichas interacciones como se indica en la tabla 5.1.3. La existencia de interacción se marcó con una “X” sobre la celda; en color verde si la interacción es positiva y en color rojo si la interacción es negativa.

En la tabla 5.1.3, se esquematiza la matriz tipo Leopold (1978) como ejemplo en el cruce de las actividades con los factores ambientales, considerando como criterio para marcar las celdas, los aspectos descritos en las terceras columnas de las Tablas 5.1.1 y 5.1.2, respectivamente, lo cual significa aquellos cruces que se consideran relevantes, se excluyeron las que no tienen relevancia, y se trato de ser lo más objetivo y mesurables analizando lo que sucederá en el tiempo y espacio.

De acuerdo con la matriz realizada, en la tabla 5.1.4 se hace un resumen de las interacciones por etapa del proyecto y componentes físicos. Se identifican 106 potenciales interacciones Proyecto-Ambiente, de las cuales resultaron:

– 75 negativas y 31 positivas. De estas ocurren:

1. 26 en la etapa de Preparación del Sitio
2. 30 en la etapa de Construcción
3. 35 en la etapa de Operación–Mantenimiento y
4. 15 en una eventual etapa de Abandono

Con relación a los factores ambientales, de las 106 interacciones identificadas, estas suceden:

- 09 asociadas al factor clima, de las cuales 1 es positiva.
- 08 asociadas con el factor fenómenos meteorológicos, de las cuales 1 es positiva.

- 07 sobre el factor geomorfología, de las cuales 1 es positiva
 - 15 sobre el factor suelo de las cuales 1 es positiva
 - 13 sobre el factor agua, de las cuales 3 son positivas
 - 08 sobre el factor aire
 - 11 sobre el factor vegetación de las cuales 3 son positivas
 - 10 sobre el factor fauna de la cuales 3 son positivas.
 - 25 asociadas con el factor socioeconómico, de las cuales 15 son positivas.
- 106

En la identificación se consideró la Actividad y/o aspectos más sobresalientes del Proyecto **CCI Parque Industrial**, teniendo como actividad relevante aquella representativa del entorno afectado y portador de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.

Tabla 5.1.3 Matriz de identificación de interacciones de las acciones del proyecto con los factores ambientales

Componente	Actividad - medio Factor	Preparación del Sitio					Construcción							Operación y Mantenimiento							Abandono		Subtotal:	
		Presencia de personal	Uso y mantenimiento de vehículos y maquinaria	Delimitación del terreno	Sondeo y estudio de mecánica de suelos	Limpieza, desmonte y despalm en 9 ha	Presencia de personal	Uso y mantenimiento de vehículos y maquinaria	Nivelación, excavación a cielo abierto	Cimentación de concreto para estructuras	Muros, edificios, postes, bardas	Montaje de estructuras, tendidos, equipo, unidades	Montaje de infraestructura en general, alumbrado	Conexión de la infraestructura	Presencia de personal	Uso y mantenimiento de la infraestructura	Obras instaladas	Unidades generadoras	Equipo vario, depósitos de agua, líquidos combustibles	Mantenimiento de infraestructura, equipo y unidades	Seguridad de operación (Riesgos ambientales)	Desmantelamiento (residuos sólidos)		Restauración - reforestación
Clima	Temperatura	X					X							X				X		X				5
	Precipitación							X																1
	Balance climático					X		X														X		3
Fenómenos meteorológicos	Ciclones tropicales escasos	X											X					X		X				4
	Inundaciones										X							X		X				3
	Sequía																			X				1
Geomorfología	Topografía (campos de dunas)					X		X	X													X		4
	Geología (arenas)								X															1
	Sismos (zona D)																X		X					2
Suelo	Tipo de suelo (regoso o arenoso)			X	X	X		X	X															5
	Calidad				X	X		X			X				X		X	X					X	8
	Procesos (erosión)					X		X																2
Agua	Cantidad / disponibilidad					X		X														X		3
	Calidad							X						X			X	X			X			6
	Procesos (infiltración)					X		X	X													X		4
Aire	Calidad		X					X						X			X							4
	Confor sonoro		X					X						X			X							4
Vegetación / Flora	Cobertura vegetal (comunidad)				X	X																X		3
	Flora	X				X	X	X						X									X	6
	Biodiversidad					X																	X	2
Fauna	Especímenes	X					X	X						X									X	5
	Hábitat					X													X				X	3
	Biodiversidad					X																	X	2
Socio-económico	Población	X					X					X		X		X	X			X	X			8
	Economía	X					X	X					X	X										5
	Infraestructura-servicios	X					X					X	X							X				5
	Uso de suelo														X								X	2
	Paisaje		X							X						X				X			X	5
Subtotal:		7	3	1	3	12	6	8	7	3	1	1	2	2	6	5	2	5	7	1	9	1	14	106

Tabla 5.14 Resumen de las interacciones por etapa del Proyecto vs factor ambiental

ETAPA	Preparación del sitio	Construcción	Operación y Mantenimiento	Abandono	TOTAL
Clima	2	3	3	1	9
F. meteorológicos	1	2	5	0	8
Geomorfología	1	3	2	1	7
Suelo	6	5	3	1	15
Agua	2	4	4	3	13
Aire	2	2	4	0	8
Vegetación	5	2	1	3	11
Fauna	3	2	2	3	10
Socioeconómico	4	7	11	3	25
TOTAL:	26	30	35	15	106
Acción más relevantes	Desmonte y despalle	Nivelación, perforación y removimiento de tierra	CCI Parque Industrial instalada	Desmantelamiento o renovación	

5.2 Caracterización De Los Impactos

Los detalles sobresalientes que caracterizan a los impactos ambientales identificados, se explican de forma esquemática en la tabla 5.1.5, con el propósito de hacerlo visual y comprensible y que por sus características puedan o no considerarse como significativos bajo los conceptos de magnitud e intensidad, y que puedan resultar potenciales, se describen por etapa de realización del Proyecto, se indica la acción u obra correspondiente, la interacción con el componente ambiental, el efecto causado al mismo y el punto de alcance.

Posteriormente se describen sólo aquellos que pueden considerarse como relevantes. En la tabla 5.1.6, se señalan los indicadores de impacto relacionados con los componentes y factores ambientales susceptibles de ser afectados. En la tabla 5.1.7, se hace la evaluación de los mismos para determinar su valoración significancia.

Tabla 5.1.5 Caracterización esquemática de los impactos ambientales identificados por etapa del proyecto asociados al factor ambiental

Componente	Factor	Acción / Obra (relevante)	Etapas del proyecto	N° interacciones	Descripción de la interacción y/o impacto	Alcance en
Clima	Temperatura	CCI Parque industrial	3*	1	Desgaste de los materiales de la infraestructura eléctrica	Predio
	Precipitación	CCI Parque industrial	3	1	Desgaste de los materiales por efectos climáticos.	Predio
	Balance climático	Despalme y limpieza	1	1	Se afecta los índices que determinan el balance climático	CHF-SAR
Fenómenos meteorológicos	Ciclones tropicales	CCI Parque industrial	3	1	Se puede sufrir daños por la fuerza de los ciclones si llegan a ser categoría 1 pero en una probabilidad muy baja.	Predio
	Inundaciones	CCI Parque industrial	3	1	Sólo de llegar a presentar fenómenos no previstos	Predio
	Sequía	CCI Parque industrial	3	1	No se presenta interacción	Predio
Geomorfología	Topografía (campos de dunas)	Nivelación, excavaciones y perforación	2	1	En ciertos puntos del predio se extrae	Predio

		es			material pétreo.	
	Geología	Excavaciones y perforaciones	2	1	En ciertos puntos del predio se extrae material pétreo	Predio
	Sismos (zona D)	CCI Parque industrial	3	1	La obra puede sufrir daños y afectar áreas aledañas.	Predio
Suelo	Tipo de suelo (regosol, arenosos)	Desmonte, despalme, nivelación y excavaciones	1, 2	2	El terreno queda expuesto a los procesos de erosión eólica e hídrica, pero temporalmente mientras no se instale infraestructura	Predio
	Calidad	Desmonte, despalme y excavaciones	1, 2	2	Se afecta la estructura del suelo al excavar, nivelar y compactar y cimentar.	Predio
	Proceso de erosión	Desmonte, despalme y superficies de concreto	1, 2	2	El terreno queda expuesto a los procesos de erosión eólica e hídrica, pero temporalmente mientras no se instale infraestructura	Predio
Agua	Cantidad / disponibilidad.	Desmonte, nivelación,	1, 2	2	Posible derrame de	Predio, SAR

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B - REGIONAL

		excavaciones			combustible, aceite por el inadecuado mantenimiento.	
	Calidad	Desmante, despalme y superficies de concreto	1, 2	2	El proceso de infiltración será afectado en 9 ha.	Predio
	Proceso (infiltración)	Desmante, nivelación del terreno	1, 2	2	El desmante y las excavaciones alterarán los parámetros que determinan los escurrimientos superficiales y de filtración.	Predio
Aire	Calidad	Uso de maquinaria, equipos y vehículos	1, 2 y 3	3	Contaminación por emisiones de gases de los motores de combustión interna y partículas suspendidas y, polvos.	Predio
	- Confort sonoro	Uso de maquinaria, equipos y vehículos	1, 2 y 3	1	Incremento en los niveles de ruido por zumbido y vibración en el ambiente.	Predio
Vegetación / Flora	Cobertura vegetal (comunidad)	Desmante y despalme	1	1	Pérdida de la cobertura vegetal y de la comunidad vegetal de matorral y, disminución de una	Predio y CHF o SAR.,

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B - REGIONAL

					superficie de 9 ha, con respecto a la CHF o SAR	
	- Flora	Desmante, despalme, extracción de ejemplares de interés	1, 2 y 3	3	Pérdida de ejemplares y hábitat de especies de interés económico (como la planta gobernadora) , ecológico o posiblemente en estatus de protección.	Predio, SAR
	- Biodiversidad	Desmante y despalme	1, 2 y 3	3	Cambios en la riqueza de especies e índices de diversidad por la disminución de la abundancia de ejemplares de especies.	Predio, SAR
Fauna	- Especímenes	Desmante, caza y daños a especímenes	1, 2 y 3	3	El personal que labora puede cazar o dañar aquellos ejemplares de interés económico o que consideren peligrosos que existan en el predio o en áreas adyacentes. El ruido de máquinas y	Predio, SAR

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B - REGIONAL

					vehículos ahuyenta a los especímenes .	
	- Hábitat	El desmonte y despalde.	1	1	Al eliminar el hábitat la riqueza de especies faunísticas desaparece en el predio y puede disminuir en la CHF o SAR.	Predio, CHF o SAR
	- Biodiversidad	Desmonte, caza y daños a especímenes	1, 2 y 3	3	El personal que labora puede cazar o dañar aquellos ejemplares de interés económico o que consideren peligrosos que existen en el predio en áreas adyacentes. El ruido de máquinas y vehículos ahuyenta a los especímenes ..	CHF-SAR
Socio-económico	- Población	CCI Parque industrial	1, 2, 3	3	Molestias físicas por respirar partículas suspendidas, molestias por el ruido generado	CHF-SAR

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B - REGIONAL

	- Economía	CCI Parque industrial	1, 2, 3	3	Aumento de la economía al generarse empleo para la población de la región	CHF-SAR
	- Infraestructura	CCI Parque industrial	1, 2, 3	3	Bienestar y seguridad en la población por contar con el servicio continuo de la energía eléctrica	CHF-SAR
	- Uso de suelo	CCI Parque industrial	3	1	Cambia el uso de suelo forestal a Industrial	Predio
	- Paisaje	CCI Parque industrial	3	1	Con la emisión de gases la calidad del paisaje disminuye. molestias por percibir la pluma en el horizonte	Región

- * 1 – Preparación del sitio
- 2 – Construcción
- 3 – Operación y mantenimiento
- 4 – Abandono del sitio

▪ Descripción de los impactos ambientales considerados relevantes

Los componentes físicos descritos en el Capítulo IV, y las actividades a desarrollar para ejecutar las obras de las que consta el Proyecto **CCI Parque Industrial** señaladas en el Capítulo II, y de acuerdo con la identificación de posibles impactos de las tablas 5.1.1 a 5.1.5., se describe aquellos impactos que causan alguna modificación a alguno de los factores físicos, por lo que se considera como indicadores que pueden influir de alguna manera a favor o en contra del proyecto y se pueden considerar como relevantes significativos.

Componentes abióticos

Clima. En las etapas de Preparación del Sitio y Construcción, la temperatura será una limitante en cierto grado para los trabajadores principalmente durante las horas de medio día cuando la temperatura alcance hasta más de 40° C en la temporada de calor (estaciones de primavera y verano), por lo que se requerirá de una mayor cantidad de agua potable que se adquirirá de los despendios comerciales.

En la etapa de operación, para contrarrestar las altas temperaturas, la infraestructura eléctrica que se instale contará con equipo refrigerante (ventiladores por ejemplo).

Geomorfología. En las etapas de preparación y construcción la topografía geomorfológica “Campo de Dunas” característica del Área del Proyecto (AP), su forma imperante será modificada superficialmente mediante las actividades de desmonte y nivelación y perforación del terreno con respecto a los campos de dunas del Área de Influencia y Sistema Ambiental Regional o Cuenca Hidrográfica Forestal. Con el fin de evitar afectaciones a estas áreas por desniveles que puedan presentarse en el AP, durante la realización de las obras eléctricas se consideran la construcción de una barda perimetral y capas de concreto (piso) para evitar infiltración y lixiviados al subsuelo de cualquier sustancia.

En la etapa de Operación no se hará ninguna actividad que afecte el campo de dunas fuera del polígono requerido, pero para evitar que la infraestructura eléctrica sea dañada por partículas de arena cuando lleguen presentarse fuertes vientos y sean arrastradas hacia el interior de la infraestructura, se contará con los medios para evitarlo.

Suelo. Las etapas de Preparación del Sitio y Construcción, engloban una serie de actividades como son limpieza del terreno, desmonte, excavaciones a cielo abierto, acarreo de materiales pétreos; relleno y compactación; construcción de barda perimetral; construcción y armado de losas de concreto; construcción de infraestructura de apoyo (tanques para diésel, vialidades internas, estacionamientos, alumbrado, entre otras); instalación de tubería para gas natural y diésel; instalación de patines de regulación; instalación de las unidades motogeneradoras; construcción de casas de máquinas y el uso de vehículos, equipos y maquinaria, que *dichas actividades impactan significativamente al factor suelo superficialmente en una área de 9 ha, alterando* la estructura del tipo de suelo (regosol – arenoso), su calidad y estará expuesto temporalmente al fenómeno de *erosión eólica*, pero solamente hasta que concluya la etapa de construcción, ya que la infraestructura eléctrica impedirá este tipo de erosión, así mismo estar en riesgo de *ser contaminado* por sustancias (aceites) en caso de accidentes o descuidos del personal.

En la Etapa de Operación y Mantenimiento perderá su vocación forestal por un uso de suelo industrial.

En la etapa de Abandono. Se considera que dentro de la limpieza y acondicionamiento del predio se puedan mejorar algunas propiedades químicas del suelo (pH, conductividad eléctrica, etc.). Asimismo, con la implementación de acciones de acondicionamiento del sitio ocupado se podrá coadyuvar en la atención de dicho impacto mediante programas de reforestación.

Agua. En las etapas de *Preparación del sitio y Construcción*, las actividades de limpieza, desmonte, nivelación del terreno, perforaciones e instalaciones de infraestructura eléctrica impactarán sobre este factor físico en el aspecto de los escurrimientos superficiales y filtraciones al subsuelo *impidiendo* en una superficie de 9 ha, la circulación de la poca agua de lluvia que caen en la zona. (ver capítulo IV, sobre balance hídrico). También puede ser contaminada y por tanto disminuir la calidad del agua en caso de derrames de sustancias (aceites) sobre el suelo por el uso de vehículos y maquinaria de combustión interna.

Durante todas las etapas del proyecto se demanda el consumo de agua, en la Preparación del sitio y Construcción dicho recurso se utilizará principalmente para actividades de control de emisiones, compactación, nivelación y preparación de la mezcla de concreto, además de agua potable para consumo humano. Asimismo, otra actividad importante respecto al consumo de agua corresponde a la instalación de las tuberías que conducirán gas natural y agua cruda debido a la aplicación necesaria de pruebas hidrostáticas. Otro indicador adicional considerado en este factor es: gasto hídrico.

En la etapa de *operación*. No habrá impacto a este factor ya que el agua requerida por la operación de las unidades motogeneradores será mediante circuito cerrado. Con relación al personal, el agua se obtendrá del servicio del municipio y las descargas serán tratadas y dispuestas en contenedores para llevarlas los lugares que disponga el municipio.

Se concibe el uso de agua cruda para el sistema contraincendios, servicios generales y repuesto al ciclo vapor, con lo cual se incorporan las aguas municipales a un proceso productivo y se evita el consumo de agua cruda proveniente de pozos o cualquier otra fuente de superficial. El indicador sobresaliente en este factor es: agua residual.

En la etapa de abandono, con la ejecución de las actividades de limpieza y acondicionamiento del predio, se podrá recuperar la capacidad de infiltración del suelo ocupado durante las etapas previas del proyecto.

Aire. Contaminación atmosférica: En las etapas de Preparación y del Sitio y Construcción, por el uso de maquinaria y vehículos (de combustión interna), desmonte, despalme y limpieza del terreno, apertura de pozos o zanjas, movimiento de volúmenes de tierra, se generarán temporalmente gases, ruido y sólidos suspendidos hacia el componente aire lo cual puede afectar su calidad, sin embargo, estos aspectos no rebasan los parámetros establecidos para los siguientes temas con sus respectivas NOM's: *Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2015, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.* En la etapa de operación estas actividades ya no se presentarán, excepto el uso de vehículos una vez o dos por año. La magnitud del impacto está directamente ligada con la frecuencia e intensidad, lo cual se indica en la tabla 5.1.10, para determinar su significancia.

Durante la etapa de Operación, el uso de vehículos, equipos y maquinaria y de las unidades generadores (22 motogeneradores), producirán emisiones a la atmósfera: dióxido de nitrógeno (NO₂) en gas natural y diésel, dióxido de azufre (SO₂) en diésel y partículas PM10 en diésel.

Al respecto, el Estudio de Dispersión de Emisiones a la Atmósfera (EDEA) indica que los valores estimados de NO₂ utilizando gas natural será de 49,47 µg/m³ y NO₂ usando diésel será de 141,01 µg/m³; con SO₂ empleando diésel será de 6,47 µg/m³ y con Partículas PM10 será de 0,406 µg/m³, todos los contaminantes se evalúan se encuentren por debajo de los límites máximos establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas *NOM-023-SSA1-1993, NOM-022-SSA1-2019 y NOM-025-SSA1-1993*, respectivamente.

En su conjunto las actividades señaladas promoverán cambios en la calidad del aire, sin embargo, en el primer año de operación se utilizará gas natural como principal combustible y como alternancia diesel, es preciso indicar que para reducir las emisiones generadas se aplicarán medidas de mitigación. Asimismo, cabe mencionar que en las pruebas y puesta en servicio de los motogeneradores se ajustarán los parámetros para que los niveles de emisión de los contaminantes se encuentren dentro de los límites máximos permisibles.

En torno al proyecto existen diferentes actividades que promoverá el siguiente indicador, la emisión de material particulado a la atmósfera, por el hecho de que conllevan la remoción, el traslado y la disposición de tierra o materiales pétreos.

Los equipos empleados para la construcción pueden generar, el siguiente indicador, ruido en el rango de los 60 a 120 dB. Durante todas las etapas del proyecto se tendrá

ruido proveniente de varias fuentes y con diferentes grados y temporalidad a causa principalmente del uso de equipo, maquinaria y vehículos.

Los efectos en el aumento del ruido ambiental serán percibidos de manera particular por las personas que laboren en el área del proyecto. En específico, en la etapa de Operación el aumento del ruido será producido principalmente en las casas de máquinas (área donde se encuentran los motogeneradores), por lo que el proyecto considera el cumplimiento de los límites máximos permisibles de emisión de ruido establecidos en las normas NOM-081-SEMARNAT-1994 y en la NOM-011-STPS-2001 mediante la aplicación de medidas de mitigación; mientras que para el caso del ruido proveniente del uso de vehículos automotores se prevé dar atención a lo que al respecto señala la NOM-080-SEMARNAT-1994.

Cabe mencionar que las obras y actividades pretendidas se darán en un entorno libre de asentamientos humanos o zonas de congregación.

Componentes bióticos

Vegetación. En la etapa de *Preparación del sitio*. Se dará la actividad de limpieza del terreno, despalle, desmonte (retiro de vegetación de desiertos arenosos cuya condición es secundaria, en una superficie de 9 ha). Esta actividad de desmontes se considera muy significativa ya que impacta directamente la disminución de la cobertura vegetal con respecto al SAR, modifica los escurrimientos superficiales e infiltración provoca indirectamente la modificación de la estructura del suelo e impide que sea un hábitat para las especies de flora y fauna. Por otro lado, afecta los índices de riqueza de especies y abundancia tanto de flora y fauna del lugar como en relación con el SAR.

Sin embargo, se tiene programado la colocación y mantenimiento de una franja de amortiguamiento, así como la reposición o revegetación de los elementos retirados o la superficie afectada y en segunda instancia, con actividades de acondicionamiento del predio.

En todas las etapas del proyecto, preparación del sitio, construcción y operación la presencia del Personal laboral puede incurrir en extraer plantas de interés económico como la gobernadora considerada como uso medicinal. También puede hacer fogatas con los residuos vegetales que se desmonten.

En la etapa de abandono al término del tiempo de vida útil del Proyecto, se tiene programado un programa de reforestación lo cual recuperaría la cobertura vegetal del SAR.

Con las medidas de mitigación que se proponen (ver capítulo VIII y el anexo de la Matriz de Valoración de los Impactos Ambientales Identificados del Proyecto) la significación no resultará negativa (ver tabla 5.1.10).

Fauna. De las etapas de Preparación del sitio y construcción: Por la actividad de limpieza, desmonte y despalme (retiro de vegetación) y por actividades constructivas como excavaciones a cielo abierto, nivelación del terreno, compactación etc., se afecta el hábitat de ejemplares faunísticos como los arbustos para reptiles, madrigueras de ratones y lagartijas entre otros, se reducirá la disponibilidad de estos sitios en una superficie de 9 ha, con relación al SAR.

En las etapas en todas las etapas del proyecto, preparación del sitio, construcción y operación la presencia del Personal labora puede incurrir en cazar o dañar aquella fauna considerada peligrosa como víboras de cascabel registradas en el predio o cazar mamíferos como ratones canguro o ejemplares de zorro o coyote etc.

Aspectos Perceptuales

Paisaje. En la etapa de Operación, las actividades del personal y las unidades e infraestructura adicional funcionando causaran lo siguientes factores paisajísticos:

Calidad visual estética: La calidad visual se refiere a las propiedades plásticas que le imprimen aspectos como la geomorfología, el color del suelo, presencia de la continuidad de comunidades vegetales como son la altura, color y contraste visual.

Fragilidad visual: La fragilidad visual es la susceptibilidad que tiene un paisaje a ser afectado visualmente por la presencia de elementos ajenos a él, y que depende de factores como la pendiente, las geo-formas y la altura de la vegetación. Concepto contrario es la capacidad de absorción, cuando por los mismos factores mencionados el paisaje puede absorber (ocultar en cierta medida) elementos extraños en él, que con el presente proyecto no sucedera.

Grado de incidencia visual: El grado de incidencia visual de un objeto observado depende de la fragilidad visual del paisaje y de las dimensiones del objeto observado, de tal manera que un objeto grande en un paisaje de alta fragilidad visual tendrá también una alta incidencia visual, en este caso la gran dimensión que poseerán la infraestructura eléctrica que conforma la CCI Parque Industrial y la pluma generadas.

En la etapa de abandono, las actividades de Desmantelamiento y/o demolición de equipo, estructuras y edificaciones, así como Limpieza y acondicionamiento del predio podrían propiciar elementos positivos en la modificación del paisaje.

Componente Socioeconómico

Sociales. En la contratación de mano de obra, la generación de empleos durante todas las etapas del proyecto puede traer consigo una mejora en la calidad de vida (indicador) de los trabajadores locales y sus familias, toda vez que la percepción de un salario les permite adquirir bienes y servicios, así como prestaciones asociadas al salario. Lo mismo ocurre con el impulso a la dinámica económica que promoverá el proyecto durante su construcción, así como en el tiempo que dure su operación.

Seguridad. En las siguientes actividades: Operación de equipo, maquinaria y vehículos; Pruebas preoperativas y puesta en servicio; Generación y transmisión de energía eléctrica.

Se trata de posibles accidentes (indicador: riesgo de accidentes) del personal durante el desempeño de la obra, ya sea al momento de ejecutar una actividad o por el uso de vehículos, equipo y maquinaria. Para su atención el proyecto concibe la realización de pláticas de concienciación, la colocación de señalética y la dotación del equipo de protección personal correspondiente.

Económica. En las siguientes actividades: Operación de equipo, maquinaria y vehículos; Construcción de barda perimetral; Cimentación de instalaciones, estructuras; Construcción de losas de concreto armado; Construcción de infraestructura de apoyo (tanques, vialidades internas, estacionamientos, alumbrado, etc.); Generación y transmisión de energía eléctrica; Mantenimiento mayor.

La construcción del proyecto supone beneficios económicos (indicador actividades económicas) sobre la población y la red comercial, al momento que ésta demanda la adquisición de bienes y/o servicios a la vez que ofrece una nueva fuente de ingresos para la economía en su área de influencia, a la vez ofrece seguridad energética para aquellos interesados en ejecutar nuevos emprendimientos generadores de desarrollo y riqueza.

Asimismo, durante la etapa constructiva se tendrá la llegada de un pequeño grupo de trabajadores, los cuales requerirán, entre otras cosas, de servicios de alojamiento, comida y comunicación. Los mismos podrán también acudir a las tiendas para la adquisición de artículos de aseo personal, limpieza, entre otras.

Todo lo anterior, en su conjunto, podrá generar un efecto dinamizador de la economía en el área de influencia del Proyecto.

Las siguientes actividades: Generación y transmisión de energía eléctrica; Mantenimiento correctivo y Mantenimiento mayor.

En la etapa de operación del proyecto se pretende alcanzar el objetivo de garantizar el suministro de generación de energía eléctrica en su área de influencia, cuyo indicador es servicios públicos, con eficiencia y competitividad, de tal forma que existan condiciones para proporcionar al consumidor un servicio de alta calidad, continuo, a bajo costo y responsable con el medio ambiente.

Por otra parte, la generación y distribución de la energía eléctrica proporcionará a las localidades beneficiadas un servicio eléctrico eficiente, confiable y con una menor carga ambiental, que les brindará la posibilidad de acceder a nuevos servicios y/o diversificar los ya existentes, lo cual contribuirá a facilitar su desarrollo social, cultural y económico.

▪ **Indicadores de impacto y de cambio climático**

Con base en la caracterización ambiental del capítulo IV, se realizó un análisis multidisciplinario para la elección de los indicadores que cumplieran con la definición del indicador de impacto, a fin de evaluar la dimensión de los potenciales impactos.

Para ser de utilidad, los indicadores deben cumplir con ciertos criterios, tales como: representatividad, relevancia, exclusión, de fácil identificación y medibles; criterios que proporcionarán información que permita establecer un comparativo de el antes y después de la ejecución del Proyecto.

Los indicadores ambientales de impacto están relacionados con componentes y factores ambientales susceptibles de ser afectados por el Proyecto, considerando la información obtenida en campo y la caracterización ambiental del capítulo IV. En la Tabla V.6 se presentan los indicadores ambientales seleccionados.

Tabla 5.1.6. Indicadores de impacto ambiental considerados en el SAR del Proyecto.

Componente	Factor	Indicadores
Clima	Temperatura (altas)	Registros de temperatura media anual
	Precipitación (baja)	Registro de precipitación media anual.
	Balance climático	Procesos de evapotranspiración /climogramas (índices de humedad, aridez y concentración térmica).
Fenómenos meteorológicos	Ciclones tropicales (escasos)	Registro de ciclones de llegar a presentarse
	Inundaciones escasas	Zona indicada como de alto riesgo
	Sequía	No se contribuye a esta condición.

Geomorfología	Topoformas (campo de dunas)	% de modifica del campo de dunas con respecto al SAR.
	Geología (arenas)	Cantidad de removimiento de materia pétreo respecto al SAR.
	Sismos (zona D)	Zona (D) de la clasificación de zonas se sismos considerada “Muy frecuentes” donde la aceleración del suelo sobrepasa el 70% de aceleración de gravedad.
Suelo	Tipo de suelo (arenosos o regosol)	Grado y tipo de erosión.
	Calidad	Afectara la composición química del suelo.
	Procesos (erosión)	Zonas frágiles o criticas.
Agua	Cantidad / Disponibilidad (Ecurrimiento superficial)	La presencia-ausencia del líquido para ser usada o no de manera superficial o subterránea, según la NOM-011-2015.
	Calidad	Es un indicador de la concentración máxima de contaminantes, con relación a los límites permisibles que establece la normatividad a fin de determinar su adecuado uso.
	Procesos (infiltración)	Balance hídrico
Aire	Calidad	Indicación de la concentración de contaminantes en el aire-ambiente, con relación a los límites permisibles que establece la normatividad oficial mexicana
	Confort sonoro	Indicación del nivel de ruido, con relacionan a los límites permisibles que establece la normatividad para evitar daños a la salud y al bienestar humano y ambiental.
Vegetación / Flora	- Cobertura vegetal (comunidad)	% de cobertura vegetal con relación a la superficie total de la CHF o SAR
	- Flora	Se afectan plantas de <i>spp.</i> , de valor económico, ecológico y posiblemente legales según la NOM-059-2010.
	- Biodiversidad	Índices de riqueza y abundancia de especies y plantas, respectivamente.
Fauna	- Especímenes	Se afecta especímenes de valor económico, ecológicos y posiblemente legales según la NOM-059-2010.
	- Hábitat	% de cobertura vegetal / superficie del predio
	- Biodiversidad	índices de diversidad (riqueza y abundancia) de especímenes de fauna.
Socio-económico	- Población	Cambios en los índices de pobreza
	- Economía	N° de Generación de empleos
	- Infraestructura y servicios	Cantidad de servicio eléctrico para la población, comercio y e industria / cantidad de apagones anuales.
	- Uso de suelo	Cambios en los uso de suelo de forestal a industrial

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B - REGIONAL

	- Paisaje	Cambios en el grado de aceptación o rechazo del paisaje por la presencia de elementos externos al mismo.
--	-----------	--

5.3 Valoración De Los Impactos

Una vez identificados y descritos los impactos ambientales, se procedió a su valoración o calificación mediante la aplicación de un conjunto de siete criterios catalogados como básicos y complementarios (Bojorquez - Tapia *et al.* 1998), los cuales son referidos en la tabla 5.1.7, pero previo a la definición de los criterios de valoración.

Criterios

Los criterios de valoración expresados y definidos son:

Criterios básicos:

Magnitud (M).- Intensidad de la afectación en el área de impacto;

Extensión (E).- Área de afectación con respecto a la disponible con la zona de estudio;

Duración (D).- Tiempo del efecto

Criterios complementarios:

Sinergia (S). Actividad que al estar presente otra, los efectos sobre el ambiente se incrementan más allá de la suma de cada uno de ellos;

Acumulación (A). Cuando consecuencia de una actividad el efecto sobre el ambiente se incrementa con el tiempo aunque la actividad generadora haya cesado;

Controversia (C). Percepción de la población involucrada al proyecto

Mitigación (T). Posibilidad de aplicar medidas de corrección (prevención, control, mitigación, compensación o restauración).

Para evaluar la significancia de los impactos esperados, a cada uno de los criterios señalados anteriormente, se le asignó un valor considerando una escala de 3 a 9, adaptación de Bojorques-Tapia *et al.*, (1998).

Tabla 5.1.7. Criterios de valoración, escala

Valores	Criterios básicos		
	Magnitud (M)	Extensión (E)	Duración (D)
3	Mínima: Cuando la afectación cubre del 0 a 30% del total de los recursos presentes en el área del proyecto.	Puntual: Si el efecto ocurre dentro del Predio de la CCI Parque Industrial	Corta: Cuando el efecto dura menos de 1 año.
4.5	Moderada: Cuando la afectación cubre del 31 al 50% del total de los recursos presentes en el área del proyecto	Local: Si el efecto ocurre hasta 1.5 km, con respecto al Predio del Proyecto	Mediana: Cuando el efecto dura de 1 a 3 años
6.75	Alta: Cuando la afectación cubre del 50 al 75% del total de los recursos presentes en el área del proyecto	Regional: Si el efecto ocurre más allá de 1.5 km, con respecto al Predio del Proyecto	Larga: Cuando el efecto dura de 3 a 5 años
9	Cuando la afectación cubre del 75 al 100% del total de los recursos presentes en el área del proyecto	Si el efecto se extiende más allá de 5 km con respecto al Predio del proyecto	Permanente: Cuando el efecto dura más de 5 años
Valores	Criterios complementarios		
	Sinergia (S)	Acumulación	Controversia
3	No se presentan efectos sinérgicos	No se presentan efectos acumulativos	La población se percata del efecto pero no le afecta
6	Se presentan efectos sinérgicos con otras actividades necesarias para el proyecto	Se presentan efectos acumulativos con otros impactos causados por el proyecto	La población se percata y le afecta de manera no significativa el efecto ocasionado
9	Se presentan efectos sinérgicos con otras actividades existentes en el sitio	Se presentan efectos acumulativos con otras actividades existentes en el sitio	La población se percata y le afecta de manera significativa el efecto ocasionado

Una vez definidos los criterios, escalas y valores, se procedió a calcular los índices básico y complementario de acuerdo con los conceptos de la metodología de Bojórquez-Tapia *et al.* (1998), así como el índice de significancia del impacto sin considerar las medidas de mitigación.

Posteriormente se vuelve a calcular la significancia de la interacción considerando las medidas de mitigación. Al criterio de mitigación (T), se le asignan de la misma manera valores, considerando como valor máximo 3 (Tabla 5.1.8).

Tabla 5.1.8. Criterios de mitigación (adaptación de la formula de Bojorque-Tapia (*Op. cit.*))

Valor	Mitigación (T)
0	Nula. No hay medidas de mitigación
1	Baja. Si la medida de mitigación aminora la afectación hasta un 30%
2	Media. Si la medida de mitigación aminora la afectación de un 31 a 60%.
3	Alta. Si la medida de mitigación aminora la afectación de un 61 a 100%.

Por últimos, se establece la clasificación de los impactos conforme al valor final obtenido y aplicando la siguiente escala de significancia:

Tabla 5.1.9. Escala de significancia

Valor del índice de impacto	Clasificación del impacto
0 – 0.25	Bajo
0.26 – 0.49	Moderado
0.50 – 0.74	Alto
0.75 – 1.00	Significativo

5.1.1 Resultados de la valoración de la significancia de los impactos

En la tabla 5.1.10, se expone la valoración de la significancia de los impactos ambientales identificados y descritos previamente.

Tabla 5.1.10. Valoración de los Impactos Ambientales Identificados del Proyecto CCI Parque Industrial en una superficie de 9 ha.

FACTOR	Componente	Acción / Obra	Impacto	MAGNITUD M	EXTENSIÓN E	DURACIÓN D	ÍNDICE BÁSICO (MED)	SINERGIAS	ACUMULACIÓN A	CONTRIVERSIA C	ÍNDICE COMPLEMENTARIO (SAC)	CALIDAD DE IMPACTO INTERACCIÓN (I)	MITIGACIÓN	SIGNIFICANCIA DE LA INTERACCIÓN (G)	CLASE DE SIGNIFICANCIA DE LA INTERACCIÓN
Clima	Temperatura	CCI Parque Industrial	Desgaste de los materiales de la infraestructura eléctrica, se requerirá mayor cantidad de agua potable para el mantenimiento del personal y de medios para refrescar la infraestructura.	3	3	9	0.56	3	3	3	0.33	0.68	3	0.00	0.00
	Precipitación	CCI Parque Industrial	Desgaste de los materiales de la infraestructura eléctrica, se requerirá mayor cantidad de agua potable para el mantenimiento del personal y de medios para refrescar la infraestructura.	3	3	3	0.33	3	3	3	0.33	0.48	2	0.16	0.16
	Balance climático	Limpieza, despalme, nivelación del terreno	Puede haber cambios en los índices que determinan el balance climático como humedad, aridez o concentración térmica	3	3	9	0.56	3	3	3	0.33	0.68	1	0.45	0.45
Fenómenos meteorológicos	Ciclones tropicales escasos	CCI Parque Industrial	Posibles daños a la infraestructura e indirectamente puede afectar áreas aledañas. Evita la posible presencia del líquido de manera natural, interrupción del sistema de drenaje	3	3	9	0.56	3	3	3	0.33	0.68	1	0.45	0.45

	Inundaciones	CCI Parque Industrial	El predio de la CCI esta en una zona indicada como de alto riesgo. puede o no ser inundado	3	3	9	0.56	3	3	3	0.33	0.68	2	0.23	0.23
	Sequía	CCI Parque Industrial	No se contribuye a esta condición. Impacto nulo.	3	3	9	0.56	3	3	3	0.33	0.68	2	0.23	0.23
Geomorfología	Topografía (campos de dunas)	Se modifica superficialmente y puntualmente el campo de dunas, pero solamente en el predio del proyecto	Se modifica superficialmente y puntualmente el campo de dunas, pero solamente en el predio del proyecto	9	3	9	0.78	3	3	3	0.33	0.85	1	0.56	0.56
	Geología (arenas)	Limpieza, desmonte, perforaciones, nivelación del terreno.	Se removerá superficialmente material pétreo del área del proyecto.	9	3	9	0.78	3	3	3	0.33	0.85	1	0.56	0.56
	Sismos (zona D)	CCI Parque Industrial	El predio para el Proyecto se ubica en la zona (D) de de la clasificación de zonas sísmicas, considerada "Muy frecuentes" donde la aceleración del suelo sobrepasa el 70% de aceleración de gravedad.	9	3	9	0.78	3	3	3	0.33	0.85	2	0.28	0.28
Suelo	Tipo de suelo (regoso o arenoso)	Limpieza, desmonte, perforaciones, nivelación del terreno.	La interacción con este tipo de suelo que es considerado muy susceptible a la erosión.	9	3	9	0.78	9	3	6	0.67	0.92	1	0.61	0.61
	Calidad	Limpieza, desmonte, perforaciones, nivelación del terreno, uso de vehículos y maquinaria	Alteración localmente de les estructura del suelo, posible derrame de combustible, aceite por el inadecuado mantenimiento de tanques de almacenamiento, equipo, maquinaria, vehículos etc.	9	3	9	0.78	3	3	3	0.33	0.85	1	0.56	0.56

	Procesos (erosión)	Limpieza, desmonte, perforaciones, nivelación del terreno.	La interacción del proyecto con el recurso suelo en el área no se detectan zonas frágiles o críticas.	9	3	3	0.56	3	3	3	0.33	0.68	3	0.00	0.00
Agua	Cantidad / disponibilidad	Realización de todas las etapas del Proyecto.	La presencia-ausencia del líquido para ser usada o no de manera superficial o subterránea, según la NOM-011-2015.	3	3	3	0.33	3	3	3	0.33	0.48	3	0.00	0.00
	Calidad	Se removerá superficialmente material pétreo del área del proyecto.	El proceso de infiltración (lexividades) será afectado en 9 ha, y la calidad del agua estara expuesto a los derrames accidentales por el uso de vehículos y maquinaria de combustión internas.	3	3	3	0.33	3	3	6	0.44	0.54	3	0.00	0.00
	Procesos (infiltración)	Limpieza, desmonte, perforaciones, nivelación del terreno.	Los índices que miden los escurrimientos y por ciento de pendientes afecta la filtración del agua al subsuelo.	3	3	9	0.56	3	3	3	0.33	0.68	3	0.00	0.00
Aire	Calidad	CCI Parque Industrial en operación	Se emitirán emisiones, lo cual puede modificar los índices de la concentración de contaminantes en el aire-ambiente, con relación a los parámetros permisibles que establece las normas oficiales mexicana.	3	3	9	0.56	3	3	3	0.33	0.68	3	0.00	0.00
	Confor sonoro	CCI Parque Industrial en operación	Se generará ruido lo cual puede modificar los Índices del nivel de ruido, con relacionan a los límites permisibles que establece la normatividad para evitar daños a la salud y al	3	3	9	0.56	3	4	3	0.37	0.69	2	0.23	0.23

			bienestar humano y ambiental.														
Vegetación / Flora	Cobertura vegetal (comunidad)	Limpieza, despalme (eliminación de la vegetación), nivelación del terreno	Disminuye una superficie de cobertura vegetal local con respecto a la cobertura vegetal de la CHF o SAR.	9	3	9	0.78	9	3	6	0.67	0.92	2	0.31	0.31		
	Flora	Limpieza, despalme (eliminación de la vegetación), nivelación del terreno	Se afectan plantas de spp., de valor económico, ecológico y posiblemente legales según la NOM-059-2010, posible extracción por la presencia de personal	9	3	9	0.78	3	3	3	0.33	0.85	2	0.28	0.28		
	Biodiversidad	Limpieza, despalme (eliminación de la vegetación), nivelación del terreno	Posibles cambios en los índices de diversidad (riqueza y abundancia) de especímenes de fauna	9	3	9	0.78	3	3	3	0.33	0.85	2	0.28	0.28		
Fauna	Especímenes	La presencia de personal, la eliminación de la vegetación.	- Posible extracción, cacería de especímenes, reptiles, aves del SAR - Muerte accidental de ejemplares de reptiles locales del SAR - Extracción de ejemplares de valor económico del SAR	9	3	9	0.78	3	3	3	0.33	0.85	2	0.28	0.28		
	Hábitat	La eliminación de la vegetación y la nivelación del terreno.	Se afecta el hábitat con la disminución de la cobertura vegetal y de madrigueras por la remoción del terreno, por la perforación y nivelación del mismo.	9	3	9	0.78	3	3	3	0.33	0.85	2	0.28	0.28		
	Biodiversidad	La presencia de personal, la eliminación de la	Posibles cambios en los índices de diversidad (riqueza y abundancia)	9	3	9	0.78	3	3	3	0.33	0.85	2	0.28	0.28		

		vegetación.	de especímenes de fauna, tanto localmente como respecto al SAR.														
Socio-económico	Población	Instalación del Proyecto.	Bienestar y seguridad en la población para contar con el servicio continuo de la energía eléctrica.	4.5	3	9	0.61	3	3	3	0.33	0.72	3	0.00	0.00		
	Economía	Instalación del Proyecto.	Aumento de empleo, mejor economía para la población de la región.	4.5	9	9	0.83	3	3	3	0.33	0.89	2	0.30	0.30		
	Infraestructura-servicios	Personal laborando en el levantamiento de la infraestructura	Requerimiento de necesidades personales y posible afectación a los recursos suelo, flora y fauna locales.	4.5	3	9	0.61	3	3	3	0.33	0.72	3	0.00	0.00		
	Uso de suelo	CCI Parque Industrial	Cambio de uso de suelo forestal a industrial en una superficie de 9 ha.	9	9	9	1.00	3	3	3	0.33	1.00	0	1.00	1.00		
	Paisaje	CCI Parque Industrial operando pero generando emisiones.	Presencia de la pluma por la emisión de gases, calidad visual disminuye. Molestias de la población por percibir la pluma en el horizonte.	6.75	9	9	0.92	3	3	6	0.44	0.95	0	0.95	0.95		

Tabla 5.1.10. Clasificación de los impactos por su significancia

SIGNIFICANCIA DEL IMPACTO		Cantidad
0.0 - 0.25	BAJO	12
0.26 - 0.49	MODERADO	13
0.50 - 0.74	ALTO	4
0.75 - 1.00	SIGNIFICATIVO	2

5.4 Análisis De La Significancia De Los Impactos Ambientales Del Proyecto

Debido a que el Proyecto se construirá en una superficie de 9 ha, aproximadamente, los recursos o aspectos físicos y bióticos que ahí se encuentran serán afectados en cierto grado unos más otros menos, según los resultados que se describen en las tablas 5.1.9 y 5.1.10, se tienen las siguientes valoraciones de impacto.

Los impactos serán un total de 31, de los cuales 12 resultan con una significancia “Baja”, 13 con una valoración de significancia “Moderada”, 4 resultan con un valor “Alto” de significancias, y 2 resultan muy significativos negativos.

Del total de los impactos, 29 ocurren principalmente en las etapas de Preparación del Sitio y Construcción, 2 en la etapa de Operación y Mantenimiento.

Los 12 impactos con significancia “Baja” son debido a actividades temporales y/o a que están dentro del predio que forma parte de la zona considerada suburbana del Centro de Población de San Luis Río Colorado.

Los 13 impactos con significancia “Moderadas” ocurren sobre los recursos, principalmente en suelo, agua, vegetación y fauna, para la supervisión de las obras, se verificará el cumplimiento de medidas preventivas, de reducción o mitigación y de compensación específicas de los cuatro componentes que se serán mayormente afectados con el desmonte o CUSTF, asimismo, de la ejecución de programas ambientales propuestos en el capítulo VII, tales como, Programa específico de protección y conservación de flora y fauna silvestre; Programa de manejo o rescate de flora silvestre y programa de rescate de fauna; Programa de conservación de suelos; Programa específico de residuos sólidos no peligrosos; Programa de educación ambiental y Medidas de seguridad y preventivas en materia riesgo ambiental.

Los 4 impactos con significancia “Alta” resultan por la modificación de la estructura del suelo debido al desmonte, excavación, nivelación y compactación del terreno, así como por el soporte de las cargas de la infraestructura eléctrica mediante la construcción de pisos o planchas de concreto.

Los 2 impactos que resultan con valores muy significativos, es debido al cambio de uso de suelo forestal (factores suelo y vegetación) a infraestructura eléctrica (industrial) y por la operación de las unidades motogeneradores que emitirán emisiones al factor “Aire”, que si bien no rebasarán los límites de los parámetros en cumplimiento que marca la normativa oficial mexicana, su generación puede contribuir junto con otras fuentes de la región a disminuir la calidad del aire, así como la presencia de la pluma en el horizonte sobre el factor Paisaje.

Cabe resaltar que, durante los trabajos de Preparación del Sitio y Construcción, la supervisión ambiental de CFE verificará que en todos los frentes de obra se cumpla con la normativa ambiental aplicable, incluidos los programas de verificación y mantenimiento de maquinaria y vehículos utilizados, con el fin de no rebasar los límites máximos permisibles establecidos con respecto a las emisiones de gases y ruido.

5.5 Impactos Residuales

Los impactos ambientales residuales que persisten después de las medidas de mitigación y corrección que se describen en el Capítulo VII, las cuales se aplicarán durante cada una de las etapas de Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento, de acuerdo con el concepto de “impactos residuales” establecido en el instructivo para elaborar DTU, modalidad B - Regional. Los impactos ambientales residuales del proyecto CCI Parque Industrial, serán aquellos considerados como permanentes que están asociados a la vida útil de dicho Proyecto para el cual se considera que tendrán un periodo aproximado de más de 25 años.

De acuerdo con los resultados de identificación de impactos, su descripción, valoración y análisis, los impactos residuales resultantes permanentes son:

1. *Cambio de uso de suelo forestal a industrial.* Este cambio de uso de suelo se considera como un impacto residual dado por la pérdida de una superficie vegetal o forestal (9 ha), misma que significa un hábitat para plantas y ejemplares de flora y fauna, respectivamente, también se considera impacto residual por la pérdida de cobertura vegetal de 9 ha con respecto a la superficie vegetal del SAR o CHF.

Este impacto residual sólo perdurará cuando termina la vida útil del proyecto y se realice la etapa de Abandono del proyecto, donde se considerará, entre otras actividades de restauración, un programa de reforestación.

2. *Modificación de la estructura geomorfológica (topografía del campo de dunas), tipo de suelo y geología.* Este es un impacto residual permanente, resulta por la actividad de nivelación del terreno, removimiento de volúmenes de tierra, excavaciones y compactación del suelo. Este impacto residual afecta, en menor grado como se ha señalado en el Capítulo IV, el porcentaje de pendiente del terreno que se modifica por la nivelación que se hará, los escurrimientos superficiales y la disminución de filtración de agua en la superficie, solamente en el área del proyecto (9 ha), son aspectos que significan la modificación de los indicadores del balance climático, balance hídrico, fenómenos de erosión, etc.

3. *Cambios en la calidad del aire.* Se considera como un impacto residual que sucederá con la operación de las unidades motogeneradoras, que si bien no rebasan los parámetros (ver anexo dispersión) establecidos en la normativa oficial mexicana si emitirán gases en los momentos de operación de dichas unidades que irán a la atmósfera de la región de San Luis Río Colorado sin llegar a contaminar el aire pero de existir otras fuentes en la región la calidad del aire posiblemente disminuya.
4. *Cambios en el confort sonoro.* Este impacto se limita al interior de la Central y es resultado por la operación del equipo y de las unidades motogeneradoras. Los principales receptores serán los trabajadores y posibles visitantes a las instalaciones, para los cuales se proponen una serie de medidas preventivas para su cuidado.
5. *Alteración del paisaje natural de la región.* Se considera como impacto residual, la presencia en conjunto de la infraestructura eléctrica que conformará la CCI Parque industrial, así como la pluma que se genere por la concentración de los gases que emitan las unidades motogeneradoras una vez que estén operando. Esto altera el aspecto o escenario del paisaje diferente al natural antes de la construcción de dicho proyecto, lo cual es perceptible a los observadores. Este impacto residual será permanente duran la vida útil del proyecto. Una vez al término del mismo, en la etapa de abandono se recupera el paisaje natural.

5.6 Impactos Acumulativos

Los Impactos acumulativos por su resultado pueden ser de dos tipos, simples o acumulativos, los primeros son aquellos que se manifiestan en un sólo factor ambiental o cuyo modo de acción es individualizado; mientras que los segundos son resultado del impacto incrementado de la acción propuesta sobre algún recurso común cuando se añade a acciones pasadas, presentes y futuras. Así, los impactos acumulativos pueden resultar de los efectos de actividades que ya han modificado los ecosistemas de la región o del sitio, así como de la suma de un Impacto acumulativo originado por la aplicación de una actividad y/o proyecto. Considerar tanto los Impactos acumulativos simples como los acumulativos se visualiza los posibles efectos aditivos sobre los factores ambientales con los que se interactuará. Como impactos acumulativos se considera el siguiente resultado.

1. El *Cambio de uso de suelo forestal a industrial o pérdida de cobertura vegetal.* Es un impacto acumulativo para el SAR o CHF, en cuya superficie actualmente soporta obras agroindustriales entre otras así como el aumento de la mancha urbana de la

ciudad de San Luis Río Colorado que han ido ocupando a través de los últimos años en sustitución de terreno forestal. En la tabla 5.1.11, se especifica las superficies en hectáreas que ocupan los principales usos de suelo en el SAR actualmente.

Tabla 5.1.11 Superficies de **Usos de suelo actual** en la CHF o SAR del Proyecto

N°	Usos de suelo principales	CHF (ha)	%
1	Agricultura de riego permanente	498.98	2.76
2	Urbano construido	1,426.33	7.89
3	Vegetación de desiertos arenosos	4,329.27	23.95
4	Vegetación secundaria arbustiva de Vegetación de desiertos arenosos	11,822.76	65.4
	Total	18,077.34	100

Por la realización del CCI Parque industrial en una superficie de 9 ha de terreno forestal que corresponde a la vegetación de desiertos arenosos esta disminuye un 0.05% y se acumulará como un uso de suelo urbano, resultando con las siguientes superficies.

Tabla V.11. Superficie del **Usos de suelo** en la CHF o SAR con el Proyecto instalado

N°	Uso de suelo principales	CHF (ha)	%
1	Agricultura de riego permanente	498.98	2.76
2	Urbano construido	1,435.33	7.94
3	Vegetación de desiertos arenosos	4,329.27	23.95
4	Vegetación secundaria arbustiva de Vegetación de desiertos arenosos	11,813.76	65.35
	Total	18077.34	100

2. *Generación de emisiones.* Las emisiones de gases contaminantes por la operación de las unidades motogeneradoras, que si bien no se rebasaran los parámetros (ver anexo X, dispersión) establecidos en la normativa oficial mexicana, contribuirán a la acumulación de gases contaminantes existentes que se genera en la región por las industrias, vehículos automotores, actividades agrícolas etc., por lo tanto la calidad del aire de la región de San Luis Río Colorado puede bajar.

Como se señaló anteriormente, los resultados del monitoreo perimetral de calidad del aire indican que las concentraciones medidas del bióxido de nitrógeno, del bióxido de azufre y de las partículas PM₁₀ se encuentran por debajo de los límites permisibles de calidad del aire establecidos en la normativa ambiental.

5.7 Conclusiones

El desarrollo del proyecto CCI Parque Industrial en el predio seleccionado dentro de la CHF o SAR ocasionará impactos ambientales a los factores físicos, bióticos, socioeconómicos y paisajísticos. De acuerdo con el método realizado de identificación, caracterización y valoración de dichos impactos ambientales, se concluye que la mayoría de estos impactos son de baja significancia, pues son mitigables. La mayor parte de los impactos ambientales no presentaron atributos complementarios (sinergia y acumulación).

Los impactos ambientales referente al desmonte y despalme en la etapa de preparación del sitio, y el de excavaciones, nivelación y compactación del terreno son las actividades que tendrá mayores repercusiones sobre la cobertura vegetal y geomorfología (topografía y suelo); ya que la vegetación tendrá que ser eliminada y la topografía y suelo alterados en estructura y pendiente; sin embargo con la implementación de un esquema de programas se buscara mantener una cubierta arbustivo y herbáceo, con lo cual se evitara en derribo de una buena parte de la superficie con uso forestal; adicionalmente se implementarán acciones para proteger in situ y rescatar especies de flora y fauna protegidas, lo que reducirá significativamente el referido impacto; entre otras; para mayor detalle ver Capítulo VII.

En los componentes bióticos el factor fauna se verá impactado temporalmente, debido al desplazamiento de ésta que generaran las actividades de preparación del sitio y construcción del proyecto, aunque cuando concluya dicho proceso, se evitara ser dañadas o cazadas, se afecta a la diversidad, debido a daño por el personal y/o la maquinaria durante el proceso constructivo. La vegetación, aunque afectada en sus atributos de cobertura, está confinada a las áreas de desmonte permanente. Las afectaciones al paisaje, aunque de efectos permanentes no suponen barreras al movimiento de especies y/o flujo genético.

El paisaje es afectado principalmente por la incidencia visual del proyecto, que presenta estructuras conspicuas y la generación de la pluma por la emisión de gases de las unidades motogeneradoras.

De los resultados obtenidos por el modelo de dispersión atmosférico en la estimación de las concentraciones del del bióxido de nitrógeno, del bióxido de azufre y partículas PM₁₀, que considera las condiciones de operación de las unidades motogeneradoras utilizando gas como combustible principal y en ocasiones diésel, se tiene que:

- Las concentraciones estimadas por el modelo de dispersión dentro de la zona de influencia de las unidades motogeneradoras resultan por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la normativa de calidad del aire.
- Las concentraciones estimadas por el modelo de dispersión del SO₂, NO₂ y PM₁₀ impactan principalmente dentro de un radio de 3 km, tomando como referencia la CCI-Parque Industrial. Esas concentraciones dispersan conforme se alejan del centro de emisión donde no existen asentamientos humanos ni actividades productivas que puedan ser afectadas.
- El impacto acumulativo a la calidad del aire no es significativo ya que los máximos valores estimados por el modelo de dispersión, sumados a los valores de fondo de la ciudad de San Luis Río Colorado, se mantienen muy por debajo de los límites máximos permisibles establecidos por las normas oficiales mexicanas en materia de calidad del aire.

El medio socioeconómico presenta un balance positivo en los efectos del proyecto, por la derrama económica que supondrá la gestión del derecho de generación del proyecto y, por la activación económica que tendrán las comunidades cercanas al proporcionar servicios de hospedaje y alimentación durante la construcción del proyecto, y por supuesto el beneficio económico al fortalecer el suministro de energía eléctrica regionalmente, y lo que esto implica.

Por otro lado, una gran parte del proyecto es de baja frecuencia en cuanto a presencia humana se refiere, por lo que no existen efectos sinérgicos y acumulativos de consideración y, por lo mismo el proyecto no es un factor que refuerce o intensifique los agentes de deterioro que están actuando de cualquier modo en el área.

Lo más relevante en efectos positivos son el impulso a las actividades económicas y el bienestar general de manera regional, al fortalecer el suministro de energía eléctrica, la cual es un insumo en casi todas las actividades económicas y de servicios.

En cuanto a impactos ambientales acumulativos se puede decir que, a pesar de generar este tipo de impactos, no aportará impactos incrementales de tal magnitud que pongan en riesgo su factibilidad, aunado a que se dará seguimiento a las medidas de mitigación y compensación que sean implementadas en la etapa de construcción, se reducirá de manera significativa dichos impactos acumulativos.

En general, se estima que ninguno de los impactos adversos del Proyecto tiene el potencial de causar desequilibrios ecológicos en su sitio de implementación y mucho menos en su área de influencia y sistema ambiental regional o cuenca hidrográfica forestal, toda vez que estos en su mayoría son susceptibles de ser prevenidos y mitigados, o en su defecto, compensados; además de que tampoco cumplen con todos los supuestos que establece la fracción IX del artículo 3º del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental al momento en que define el impacto ambiental significativo como “...*aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales...*” (H. Congreso de la Unión, 2021). Relacionado con lo anterior, el Promoviente del Proyecto manifiesta su compromiso de dar seguimiento puntual a la aplicación de las medidas de mitigación documentadas en el Capítulo VII de ésta DTU., para ello, propone la aplicación de un Programa de Vigilancia Ambiental asociada a una vigilancia documentada en sitio que además permita identificar posibles desviaciones a lo expresado en el presente Capítulo, y de esta manera, diseñar y ejecutar las medidas correctivas conducentes.

5.8 Bibliografía

Adams, D.F. y F.A. Young. 1965. Kraft odor detection and objectionability thresholds. Washington State University Progress Report on U.S. Public Health Service Grant.

Compilation of Air Pollutant Emission Factors AP-42, Fifth Edition, Vol. I: Stationary Point and Area Source (2000).

Bojórquez- Tapia, L.A., E. Ezcurra and O. García. 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. Journal of Environmental Management 53, 91-99.

Environmental Protection Agency, U.S. 1978. Pollution control guidance for geothermal energy development. EPA-600/7-78-101. Pp. 38-39.

Leopold, L. B., F. E. Clarke, B.B. Hanshaw and J. E. Balsley. 1971. A procedure for evaluating environmental impact. U.S. Geological Survey Circular 645, Was

Pasquill, F. 1974. Atmospheric Diffusion: The Dispersion of Windborne Material from Industrial and other Sources. New York, 2da edición, Edit. John Wiley & Sons.

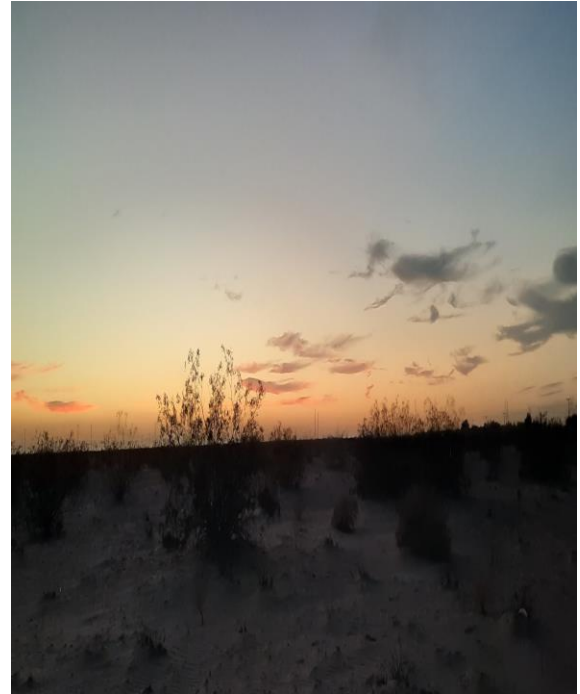
Shinn, J.H., B.R. Clegg y M.L. Stuart. 1977. A linear gradient chamber for exposing field plants to controlled levels of air pollution. Lawrence Livermore, Ca. Report No.UCRL-81691.

Turner, Bruce. 1970. Workbook of atmospheric dispersion estimates. 1ª ed, Cincinnati, Ed. National Technical Information Service.

U.S. Environmental Protection Agency. 1995. "ISC3 Guía del usuario", U.S.A., Ed. USEPA, Septiembre 1995.

U.S. Environmental Protection Agency. 1995. "PCRAMMET Guía del usuario", U.S.A., Ed. USEPA, Octubre 1995.

Wark, K. y C.F. Warner.1990. Contaminación del aire. Ed. LIMUSA, 1ª edición. México D.F,



CAPÍTULO VI

JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B - REGIONAL

Contenido

6	JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO	2
6.1	Atención A Los Elementos De Excepción Del Artículo 93 De La Reforma De La LGDFS	4
6.1.1	Demuestre Que La Biodiversidad De Los Ecosistemas Que Se Verán Afectados Se Mantenga (No Compromete La Biodiversidad).....	4
6.1.2	DEMUESTRE QUE LA EROSIÓN DE LOS SUELOS SE MITIGUEN EN LAS ÁREAS AFECTADAS POR LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN FORESTAL (NO GENERA LA EROSIÓN DEL SUELO) 42	
6.1.3	DEMUESTRE QUE EL DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA O LA DISMINUCIÓN EN SU CAPTACIÓN SE MITIGUEN EN LAS ÁREAS AFECTADAS POR LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN FORESTAL (NO REDUCE LA CAPACIDAD DE CAPTACIÓN DEL AGUA Y NO ALTERA LA CALIDAD DEL AGUA)	62
6.2	JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	67

6 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

El desarrollo de proyectos en la actividad cotidiana del ser humano ha generado la degradación de recursos naturales, debido al uso poco compatible que de ellos se ha hecho y a la intensidad con que se han explotado. Lo cual ha ocasionado la destrucción, desgaste y en diversos casos hasta el desperdicio de dichos recursos. Por ello, es apremiante la necesidad de generar principios que orienten el desarrollo tecnológico y la vida productiva en equilibrio con la naturaleza, aprovechando selvas, matorrales y bosques sin destruirlos. En este sentido, radica la importancia de una evaluación ambiental, que tenga la visión de mitigación de impactos negativos hacia los recursos naturales que pudieran ocasionarse en las áreas afectadas. El Documento Técnico Unificado (DTU) para Cambio de Uso de Suelo en Terreno Forestal (CUSTF) es un instrumento que orienta bajo criterios técnicos las actividades tendientes al desmonte, así como también las labores y avances de las mismas.

Con el objeto de cumplir lo que establece el artículo 93, párrafo primero, de la reforma de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, de cuyo cumplimiento depende la autorización de cambio de uso de suelo de terrenos forestales solicitada, se orientó el estudio y documentación que se presenta en el Documento Técnico Unificado (DTU) para Cambio de Uso de Suelo en Terreno Forestal (CUSTF), considerando lo siguiente:

El artículo 93, párrafo primero, de la reforma de la Ley General para el Desarrollo Forestal Sustentable, (*DOF, 26-abril-2021, DECRETO por el que se reforman diversas disposiciones de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)*), establece:

ARTICULO 93. *La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.*

Para abordarlo, se considera la *Guía para la Elaboración de Estudios Técnicos Justificativos para cambio de uso de suelo en terrenos forestales* emitida por la SEMARNAT y el *Instructivo para la Elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) del Trámite de Cambio de Uso de Suelo Forestal, Modalidad B-Regional*, en donde este último establece:

Que el capítulo en referencia es de importancia en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, ya que la información generada en los Capítulos anteriores y la justificación que se incorpore en este apartado, permitirá establecer el vínculo directo con el artículo 93¹ de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, para determinar la viabilidad o no de otorgar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, cuando las evidencias demuestren a través del DTU Modalidad B-Regional.

De la lectura de la disposición citada se entiende que solamente está permitido autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, **por excepción**, cuando se demuestre a través del estudio para cambio de uso de suelo forestal, que se cumpla el supuesto siguiente:

- **Demuestre que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga (no compromete la biodiversidad)**
- **Demuestre que la erosión de los suelos se mitigue en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal (no genera la erosión del suelo)**
- **Demuestre que el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal (no reduce la capacidad de captación del agua y no altera la calidad del agua)**

Finalmente, en este capítulo se señala la información técnica a utilizar, con lo cual, se denota que, este capítulo trata particularmente de una recopilación de la información vertida en los diversos apartados de los capítulos del DTU del proyecto en estudio.

Del total de la superficie del Proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial equivale a **9.00** ha, la cual tendrá una superficie forestal de **9.0** ha de

¹ Artículo 117 hasta antes del 05/06/18. DECRETO por el que se abroga la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, publicada en el Diario Oficial de la Federación, el 25 de febrero de 2003, se expide la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable; y se reforma el primer párrafo al artículo 105 y se adiciona un segundo párrafo al mismo artículo de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

vegetación de desiertos arenosos que requiere autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terreno Forestal (CUSTF).

Se considera que las actividades y obra del proyecto no ponen en riesgo los servicios ambientales que proporciona el ecosistema forestal por el siguiente criterio:

6.1 Atención A Los Elementos De Excepción Del Artículo 93 De La Reforma De La LGDFS

6.1.1 Demuestre Que La Biodiversidad De Los Ecosistemas Que Se Verán Afectados Se Mantenga (No Compromete La Biodiversidad)

Para argumentar que las actividades y obra del Proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial en comento atiende al precepto de exception señalado en el artículo 93 de la reforma de la LGDFS que refiere a que demuestre que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga (no compromete la biodiversidad), se realiza un análisis considerando dos factores principales, la Flora y la Fauna.

Factor Flora

La comunidad de vegetación existente en la zona del área de estudio de las actividades y obra del proyecto corresponde al tipo de vegetación denominado vegetación de desiertos arenosos. El cuál es la vegetación predominante en la unidad de análisis (cuenca) en estudio; sin embargo, en el caso de las áreas donde se ubica la obra del proyecto, está sujeta a una constante presión por la eliminación de la capa de vegetación para el crecimiento de las zonas urbanas y sobre todo por el sobre pastoreo.

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010) en el predio del proyecto no se registró ninguna especie en categoría de y enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, que lista las especies en riesgo, publicada en el Diario Oficial de la Federación (30-12-10), en la superficie de CUSTF.

Todos los individuos inventariados en el proyecto presentan forma de vida arbórea, arbustiva, y cactus, mientras que el restante estuvo compuesto por herbáceas, lo que evidencia el estado de perturbación de la vegetación, siendo poco diversa tanto en familias como en especies.

Resumen del Análisis de la riqueza, abundancia y diversidad florística de la unidad de análisis (cuenca)

El comportamiento de la flora registrada de manera directa, dentro de los muestreos realizados dentro de la unidad de análisis en estudio, en términos de dominancia relativa es de la siguiente manera:

Unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado:

Vegetación de desiertos arenosos:

A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar:

- La especie dominante del **estrato arbustivo** de vegetación de desiertos arenosos en cobertura vegetal es la "*Ambrosia dumosa*" la cual registra un 57.33%, le sigue la "*Larrea tridentata*" con el 42.67%, que juntas tienen una importancia por encima del **100.00%** del total del índice de dominancia.
- Los resultados obtenidos en el **estrato herbáceo** de vegetación de desiertos arenosos, siendo la *Plantago ovata* (35.86%); seguido de *Amsinckia tessellata* (15.69%) y de *Hesperocallis undulata* (14.93%), las que presentan en conjunto el mayor índice de importancia con el **66.48%**.
- ✓ El índice de diversidad para el **estrato arbustivo** de vegetación de desiertos arenosos se observa que los valores más altos fueron para las especies de *Ambrosia dumosa* (0.36652); mientras que las especies con menor índice de diversidad fueron *Larrea tridentata* con un valor de 0.30650.
- ✓ Con relación al índice de diversidad para el **estrato herbáceo** de vegetación de desiertos arenosos se observa que, los valores más altos, fue para las especies de *Plantago ovata* con 0.34657, seguido por *Amsinckia tessellata* con 0.34657 y

Chorizanthe rigida con 0.27418, por último, los más bajos son *Abronia villosa*, *Hesperocallis undulata* y *Palafoxia arida* todas con 0.09954 cada una.

- El **estrato arbustivo** de la de vegetación de desiertos arenosos del área en estudio, posee una riqueza específica de **2** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.9710**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo en el área de estudio es de **0.6931** y H' es de **0.6730**. El resultado señala que el estrato arbustivo de la comunidad de vegetación de desiertos arenosos presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **dos** de las **2** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **100.00%**.
- El **estrato herbáceo** del ecosistema de la vegetación de desiertos arenosos del área en estudio, posee una riqueza específica de **07** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.7017**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato herbáceo en el área de estudio es de **1.9459** y H' es de **1.3655**. El resultado señala que el estrato herbáceo de la comunidad de vegetación de desiertos arenosos presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **03** especies (derivado a su abundancia) de las **07** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución por debajo del **66.48%**.

Resumen de Indicadores de diversidad (**Tabla 6.1.1**):

Tipo de vegetación	Estrato	Riqueza	Índice de diversidad Shannon-Wiener (H')	Índice de equidad de Pielou (J')
Vegetación de desiertos arenosos	Arbustivo	2	0.6730	0.9710
	herbáceo	7	1.3655	0.7017

Resumen del Análisis de la riqueza, abundancia y diversidad florística del predios sujeto a CUSTF de la obra en estudio

Dominancia relativa

El comportamiento de la flora registrada de manera directa, dentro de los muestreos realizados dentro del predio sujeto a CUSTF de la obra en estudio, en términos de dominancia relativa es de la siguiente manera:

Vegetación de desiertos arenosos:

A través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar:

- La especie dominante del **estrato arbustivo** a través de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede observar que la especie dominante del estrato arbustivo de vegetación de desiertos arenosos en cobertura vegetal es la "*Larrea tridentata*" la cual registra un 91.81%, le sigue la "*Ambrosia dumosa*" con el 7.19%, que juntas tienen una importancia por encima del **100.0%** del total del índice de dominancia.
- Los resultados obtenidos en el **estrato herbáceo** de vegetación de desiertos arenosos, siendo *Plantago ovata* (37.55%), y *Amsinckia tessellata* (28.22%). las que presentan en conjunto el mayor índice de importancia con el **65.77%**.
- ✓ El índice de diversidad para el **estrato arbustivo** de vegetación de desiertos arenosos se observa que los valores más altos fueron para la especie de *Ambrosia dumosa* (0.05000); mientras que la especie con menor índice de diversidad fueron *Larrea tridentata* con un valor de 0.01105.
- ✓ Con relación al índice de diversidad para el **estrato herbáceo** de vegetación de desiertos arenosos se observa que, los valores más altos, fue para las especies de *Amsinckia tessellata* con 0.36705, seguido por *Plantago ovata* con 0.36313; los más bajos son *Psoralea emoryi* con 0.1885 y la *Chorizanthe rigida* con 0.23931.
- El **estrato arbustivo** de vegetación de desiertos arenosos del área en estudio, posee una riqueza específica de **2** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.0881**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo en el área de estudio es de **0.6931** y H' es de **0.0610**. El resultado señala que el estrato arbustivo de la comunidad de vegetación de desiertos arenosos presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **dos** de las **2** especies registradas para

este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución que apenas supera el **100.00%**.

- El **estrato herbáceo** de vegetación de desiertos arenosos del área en estudio posee una riqueza específica de **04** especies, de las cuales tienen una distribución de **0.8353**. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato herbáceo en el área de estudio es de **1.3863** y H' es de **1.1580**. El resultado señala que el estrato herbáceo de la comunidad de vegetación de desiertos arenosos presenta una desproporcionalidad entre las especies de menor y mayor abundancia, dado que la mayor diversidad se concentra en **02** especies (derivado a su abundancia) de las **04** especies registradas para este estrato y que en conjunto presentan una media diversidad con una distribución por debajo del **65.77%**.

Resumen de Indicadores de diversidad Predio sujeto a CUSTF (Tabla 6.1.2):

Tipo de vegetación	Estrato	Riqueza	Índice de diversidad Shannon-Wiener (H')	Índice de equidad de Pielou (J')
Vegetación de desiertos arenosos	Arbustivo	2	0.0610	0.0881
	herbáceo	4	1.1580	0.8353

Análisis comparativo de los predios de CUSTF con la unidad de análisis cuenca en estudio, y determinar la representatividad de las especies que permitan, en su caso, que no se afecta la biodiversidad.

Análisis de la riqueza, abundancia y diversidad florística

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder estimarla entre diferentes ecosistemas o áreas. Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial del ecosistema, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitabilidad.

Con relación a los índices que permitan demostrar que la diversidad en la zona del proyecto no se verá comprometida, los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Sin embargo, las comunidades no están aisladas en un entorno neutro. En cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades. Por ello, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la separación de los componentes alfa, beta y gamma (Whittaker, 1972) puede ser de gran utilidad, principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas (Halffter, 1998). La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, la diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y la diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta (op. cit).

Esta forma de analizar la biodiversidad resulta muy conveniente en el contexto actual ante la acelerada transformación de los ecosistemas naturales, Para monitorear el efecto de los cambios en el ambiente es necesario contar con información de la diversidad biológica en comunidades naturales y modificadas (diversidad alfa) y también de la tasa de cambio en la biodiversidad entre distintas comunidades (diversidad beta), para conocer su contribución al nivel regional (diversidad gamma) y poder diseñar estrategias de conservación y llevar a cabo acciones concretas a escala local.

Para la situación en la cual se encuentra el proyecto, referente a las comparaciones sobre la biodiversidad estimada en los predios forestales, y el poder compararlas con el

tipo de vegetación a afectarse y presente en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental). Por lo anterior, podemos concluir que con base en las definiciones mencionadas sobre el término Diversidad alfa, el Proyecto en estudio no afectará dicha biodiversidad dentro de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental).

En este estudio se utilizó la estimación del índice de diversidad Shannon-Wiener (H') y el índice de equitividad de Pielou, el cual parte de la base de que un sistema es más diverso, cuanto menos dominancia de especies hay, y la distribución es más equitativa. El valor mínimo para este índice es 1 que indica que no hay diversidad.

Es importante mencionar que, de acuerdo con los resultados de los muestreos de campo, se puede afirmar que es una zona pobremente representada por estos grupos debido a que básicamente el área de estudio y la cuenca que contienen, se encuentran altamente impactadas por actividades antropogénicas (pastoreo, apertura de caminos para acceso para sacado de leña). Por lo anterior, se presume que tampoco se afectará la diversidad alfa. El resultado señala que pese a la desproporcionalidad que existe entre las especies de menor y mayor abundancia, la representatividad es aceptable, es decir, la totalidad de las especies se distribuyen de manera homogénea en esta comunidad dentro de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental).

De acuerdo a los resultados de diversidad y similitud de la comunidad vegetal antes descritas la información señala que en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental), es más diversa que en el predio forestal del proyecto, mientras que el índice de equidad se presentan similitud en ambas superficies, al estar por debajo de que un individuo elegido al azar, presente esta probabilidad de que se encuentre tanto en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) como en área del Proyecto (tabla 6.1.3).

Tabla 6.1.3. Comparación de los Índices de Diversidad y Similitud de especies que conforman la vegetación a nivel de la Unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado y a nivel predio.

Indicador	Riqueza	Índice de diversidad Shannon-Wiener (H')	Índice de equidad de
-----------	---------	--	----------------------

						Pielou (J)	
		Unidad de análisis (cuenca)	Predios del proyecto CUSTF	Unidad de análisis (cuenca)	Predios del proyecto CUSTF	Unidad de análisis (cuenca)	Predios del proyecto CUSTF
Vegetación de desiertos arenosos	Estrato arbustivo	2	2	0.6730	0.0610	0.9710	0.0881
	Estrato herbáceo	7	4	1.3655	1.1580	0.7017	0.8353

Tabla 6.1.4. Comparativa de las densidades de individuos de flora de vegetación de desiertos arenosos presentes a nivel Cuenca o Sistema Ambiental y del predio sujeto a CUSTF.

No	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	NUMERO INDIVIDUOS HA/CUENCA O SISTEMA AMBIENTAL	NUMERO INDIVIDUOS HA/PREDIO CUSTF
Estrato Arbustivo				
1	<i>Ambrosia dumosa</i>	Chamizo	255	3
2	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	170	222
	SUBTOTAL		425	225
Estrato Herbáceo				
1	<i>Abronia villosa</i>	Verbena del desierto	2500	-
2	<i>Amsinckia tessellata</i>	Cola de alacrán	22500	27500
3	<i>Chorizanthe rigida</i>	Flor de espinas	12500	7500
4	<i>Hesperocallis undulata</i>	Lirio del desierto	2500	-
5	<i>Palafoxia arida</i>	Palafoxia	2500	-
6	<i>Plantago ovata</i>	Plantago	45000	30000
7	<i>Psorothamnus emoryi</i>	Dalea	2500	5000

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B-REGIONAL

No	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	NUMERO INDIVIDUOS HA/CUENCA O SISTEMA AMBIENTAL	NUMERO INDIVIDUOS HA/PREDIO CUSTF
	<i>SUBTOTAL</i>		90000	70000

El ecosistema por afectar en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental), presenta alta diversidad florística con un valor mayor comparado con el del **área sujeta a cambio de uso del suelo**, debido a que presenta mayor riqueza y la distribución de individuos por especie se encuentra más uniforme.

Con base en el índice de **valor de importancia** se obtiene que en efecto, la riqueza florística de los estratos en la cuenca presentan una densidad y frecuencia más uniforme, en comparación con el área sujeta a cambio de uso de suelo.

Por lo anterior y dado que el ecosistema en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) presenta mayor diversidad que en el área sujeta a CUSTF, **la conclusión podría ser que realizar el CUSTF no compromete la biodiversidad de la flora.**

Es importante aclarar que de acuerdo a los resultados obtenidos de los muestreos de campo de la vegetación a afectarse con el CUSTF a nivel área análisis de estudio y proyecto, si comparamos las densidades de algunas especies (*Amsinckia tessellate*, *Larrea tridentata* y *Psorothamnus emoryi*), se aprecia que es mayor en el área del proyecto que en la unidad de análisis, derivado a que el predio se encuentra influenciado por elementos de vegetación de desiertos arenosos, es por esto que la especie *Ambrosia dumosa* y *Plantago ovata*, resultaron con valores altos de riqueza, aunque se encuentran bien representadas y distribuidas en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental).

De acuerdo al análisis de los resultados de la vegetación de desiertos arenosos en el predio sujeto a cambio de uso de suelo con relación a la unidad de análisis, presentaron índices de diversidad menores algunas especies como *Plantago ovata*, *Chorizanthe rigida* y *Ambrosia Dumosa*, también se encuentra representada en la unidad de análisis (cuenca), por lo tanto, no se ponen en riesgo esta especie al realizar las actividades constructivas del proyecto con el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales y

que de acuerdo al análisis de los muestreos se infiere que estas especies se distribuyen de manera uniforme en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) con densidades relativamente bajas.

Así mismo, no se identificaron especies del estrato herbáceo de gramíneas, lo que no indica la presencia de ganado de tipo vacuno, es nulo, que fungen como dispersores de esta planta.

En cuanto a las plantas de tipo secundarias, tanto en el predio como en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) se localizó la especie *Plantago ovata* y *Amsinckia tessellata*, las cuales se caracterizan de ser invasivas cuando se presentan disturbios en el ecosistema, como el desmonte.

Con respecto a las especies catalogadas con categoría con la NOM-059-SEMARNAT-2010 como sujetas a protección especial (Pr), estas No se presentaron en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental), ni en el predio del proyecto sujeto a CUSTF.

Según el índice de Shannon y, en el mismo tipo de vegetación presente la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental), que no afectará con el proyecto, presenta un índice de diversidad resultando mayor que el del área sujeta a cambio de uso de suelo para el caso de la comunidad analizada.

Asimismo, la comunidad analizada de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) presentan una equitatividad mayor que el área objeto de CUSTF, esto nos dice que hay mayor riqueza en el ecosistema de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) y que la distribución de individuos por especie es más homogénea que en el área del proyecto, por lo que se puede afirmar que, la presencia de especies dominantes es reducida.

- Con base en los índices de diversidad obtenidos en el cálculo, se determina que los ecosistemas por afectar en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) **es más diverso** que en el área de cambio de uso de suelo.
- El ecosistema por afectar en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental), presentan mayor diversidad florística comparado con el del **área sujeta a**

cambio de uso de suelo, debido a que presenta mayor riqueza y la distribución de individuos por especie se encuentra más uniforme.

- Con base en el índice del **valor de importancia** se obtiene que en efecto, la riqueza florística en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) mayor, las cuales presentan una densidad y frecuencia más uniforme, en comparación con las áreas sujetas a cambio de uso de suelo, donde la densidad y frecuencia resulta menos distribuida en el área.

Por lo anterior y dado que el ecosistema en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) presenta mayor diversidad que en el área sujeta a CUSTF, **la conclusión podría ser que realizar el CUSTF no compromete la biodiversidad florística**, sin embargo, el análisis detallado del valor de importancia proporciona la siguiente información:

- El área solicitada para cambio de uso de suelo (proyecto) presenta especies secundarias y juveniles con características típicas (*Plantago ovata* y *Amsinckia tessellata*) y ampliamente representativas en toda la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) dentro del ecosistema a afectarse con el CUSTF.
- Las especies presentes se encuentran de manera abundante y frecuente dentro de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) y en el área objeto de CUSTF.
- Tanto en los predios como en el ecosistema de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) presentan una composición florística variable.
- Algunas especies tienen menor valor de importancia en los predios, que en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) y analizando los componentes del valor de importancia, se obtiene que no habría porqué preocuparse de estas especies, debido a que se presentan de forma similar en los predios y en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) y que poseen mayor representatividad en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental).

Las especies que obtienen más altos valores son las especies importantes y que son propias del ecosistema de vegetación de desiertos arenosos en el área de estudio (*Amsinckia tessellate*, *Larrea tridentata* y *Psorothamnus emoryi*) es decir, que tienen

más abundancia, cobertura y frecuencia y dependiendo de las especies que presenten estos valores es como se interpretará el ecosistema.

Por lo que **se advierte**, que no es suficiente tomar decisiones solo a través de los índices de diversidad como el de Shannon, Simpson, etc., sino que es necesario considerar la representatividad de las especies, en función de su densidad, frecuencia y dominancia (cobertura, área basal), para no generar conclusiones injustificadas técnicamente y en contra del ecosistema.

Con lo anteriormente manifestado se determinó que de acuerdo a los datos ecológicos de los transectos del predio sujeto a CUSTF dentro de la unidad de análisis, reflejaron que dentro del ecosistema afectado se encuentra mayor riqueza y mejor estructura que en el área sujeta a cambio de uso de suelo, por lo que no se compromete la diversidad florística al llevar a cabo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Con base en las conclusiones arriba manifestadas, independientemente de que lo datos ecológicos reflejen buena representatividad de especies florísticas en los ecosistemas afectados en la cuenca que, en el área sujeta a cambio de uso de suelo, el promovente llevara a cabo una serie de medidas de prevención (ver capítulo de este estudio) para evitar posibles impactos en áreas aledañas no solicitadas en este estudio y disminuir el impacto.

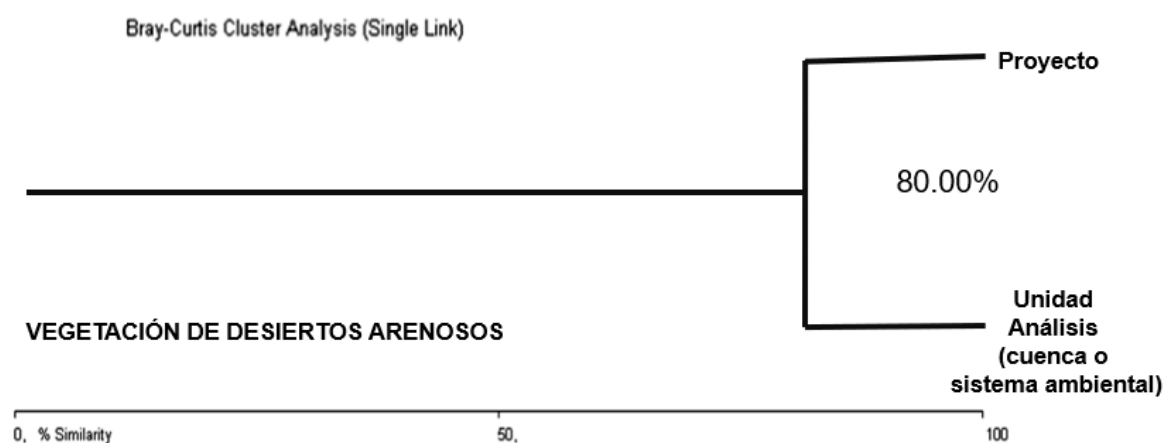
Para comparar los registros de cada especie, se elaboró una matriz binaria (presencia-ausencia) de especies. Finalmente se estimó la similitud entre la composición específica registrada en la unidad de análisis (cuenca) y los predios se computó usando y produciendo los dendrogramas correspondientes mediante ligamento promedio no ponderado. Todos los análisis se ejecutaron con el programa Biodiversity Pro (McAleece, 1997).

Unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental)

Vegetación de desiertos arenosos:

Tabla 6.1.5. Resultados del analisis de similitud entre las especies de vegetación de desiertos arenosos entre el predio del Proyecto y en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental). Ambas comparten un 80.00% de las especies.

	Listado florístico registrado en los muestreos de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental)	Listado florístico registrado en los muestreos de los predios en estudio
Especies	9	6
Índice de Similitud	0.80	
% de Similitud	80.00%	



Grafica V1.1. El porcentaje de similitud entre los listados de especies de flora registrados en los muestreos pertenecientes al tipo de vegetación de desiertos arenosos entre la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) y el predio de CUSTF es de 80.00%.

Medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales:

Medidas de Prevención:

- Previo al inicio del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a todos los trabajadores que laboren en la remoción de la vegetación y en el establecimiento del Proyecto, se le dará plática sobre “CUIDADO DEL AMBIENTE EN TU ÁREA DE TRABAJO”. El cual consistirá en una sesión de 1 hora teórica y 1 hora práctica. En el anexo IX.3.D del DTU se presenta el programa de educación

ambiental (pláticas) que se realizarán para cumplir todos estos aspectos señalados.

- Se impartirá una plática para sensibilizar al personal de manera mensual que laborará en la obra a fin de evitar o disminuir daños a la flora y a la fauna en general. Esta sensibilización se realizará creando y difundiendo información relativa a las medidas de protección ambiental que se deberán observar durante su participación en la obra. Para lo anterior, se establecerán reglamentaciones por parte del licitante ganador (supervisadas por la promovente) que eviten cualquier afectación derivada de las actividades del personal.
- A todos los trabajadores se les dará una plática sobre uso y manejo de fuego, dicho curso tendrá una duración de 2 horas divididas en 1 hora teórica y 1 hora práctica. Esto con el fin de evitar los incendios forestales en la zona, principalmente en época de sequías, aunque en la manera de lo posible se evitará el uso de fuego.
- Para mitigar el efecto que se tendrá por las actividades de la obra del proyecto, se ejecutará el programa específico de protección y conservación de flora, especialmente para aquellas especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, ver anexo IX.3.E del DTU.
- Previo a las etapas de preparación del sitio y construcción de la obra se utilizarán vías de acceso ya existentes, para evitar la apertura de otras a fin de reducir en lo posible los impactos que esto conlleva.
- Se realizará el desmonte permanente a matarrasa únicamente en las zonas autorizadas para CUSTF y dentro del predio o rodales en estudio, y se realizará poda selectiva del arbolado para evitar remoción innecesaria.
- Se respetarán las especies de importancia biológica, ya que de acuerdo a la naturaleza de la construcción y ejecución del CUSTF de la obra en estudio y la superficie solicitada respecto a la superficie a utilizar es posible evitar el desmonte de algunos individuos de gran importancia biológica como los que se encuentran listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en su caso.
- Se realizará desrame, picado y dispersión del material producto del desmonte, para facilitar su integración al suelo.
- Para no afectar a la vegetación contigua a la obra, el desmonte se efectuará dirigiendo la caída de los árboles o arbustos hacia el centro del predio forestal o área de la obra ya desmontada.

- Cuando por las características abruptas del terreno, el derribo del arbolado pueda impactar o dañar a la vegetación adyacente, aunque esta vegetación estuviese dentro del predio o rodal en estudio, se realizará la remoción del arbolado o arbustos de forma gradual, empezando por el desrame hasta llegar a una altura adecuada en la cual se pueda realizar la remoción sin riesgo a dañar a la vegetación aledaña
- Durante las labores de desmonte y limpieza no se permitirá el uso del fuego ni agroquímicos (herbicidas u otros productos químicos), así como tampoco se realizarán actividades de quema de ningún tipo de residuo.
- No se realizará ningún tipo de aprovechamiento o daño a especies de flora, y mucho menos a aquellas que pudieran encontrarse y que estén incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, se señalará con listones, etiquetas o pintura a los individuos de estas especies, para diseñar estrategias de conservación *in situ*. Esta actividad resulta necesaria, puesto que el personal que laborará en las obras, desconoce la importancia de estas especies.
- Se diseñarán carteles con imágenes de estas especies y colocarlos en los sitios donde se da la afluencia del personal (donde se lleva el registro de asistencia) para que las ubiquen y hagan conciencia en su protección.
- Se vigilará que el personal que labore en la obra no colecte o extraiga ejemplares o partes de vegetación existente en la zona donde se realiza la misma.
- Se realizará supervisión periódica de manera mensual en los diferentes frentes de trabajo, para vigilar el adecuado manejo y protección de las especies listadas en NOM-059-SEMARNAT-2010; en caso de encontrarse.
- La basura de tipo doméstico generada por los trabajadores deberá ser colectada al final de la jornada en bolsas de plástico, y la empresa contratista deberá llevar consigo contenedores para su disposición temporal, y deberá retirarlos a los sitios indicados por la autoridad municipal correspondiente.

Medidas de Mitigación

- Se llevará a cabo un programa de rescate de flora silvestre (mismo que se incluye en el anexo IX.3.F del presente estudio), el cual implica el establecimiento de los individuos retirados de la zona en la que se realizará la remoción total de la vegetación, las cuales se establecerán en las áreas del

proyecto. Las especies consideradas en este programa serán características del ecosistema, lo anterior con la finalidad de conservar la diversidad y composición florística de la región. Es importante el señalar que con base en la información presentada en el capítulo IV de este estudio, se determinó que todas las especies registradas se encuentran bien representada en el tipo de vegetación en los que se ubica la superficie para la cual se solicita el CUSTF. Sin embargo, por la importancia que posee la zona en donde se ubica el área sujeta a cambio de uso de suelo, en el programa de rescate de especies de flora, se presentan las especies que van a ser recatadas, propagadas y reubicadas.

- Éste programa también considera el rescate, propagación y reubicación de ejemplares de especies de importancia ecológica en la región y aquellas susceptibles a rescate.
- Durante las labores de desmonte y limpieza no se permitirá el uso del fuego ni agroquímicos (herbicidas u otros productos químicos), así como tampoco se realizarán actividades que impliquen la quema de ningún tipo de residuo.
- Los residuos vegetales generados durante las acciones del proyecto en estudio se picarán y dispersarán en el suelo para facilitar su integración al mismo.
- Cuando el despalme se realice mediante el uso de maquinaria pesada, se llevará a cabo en la superficie mínima necesaria que demandará la obra por realizar.
- Se realizará la conservación *in situ* de ejemplares en etapas tempranas de desarrollo de especies vegetales.
- Se tomarán medidas preventivas para evitar el proceso de degradación de suelo, protegiendo la vegetación nativa en recuperación o repoblación y la cubierta del sotobosque (estratos herbáceo y arbustivo) aledañas a la obra del proyecto.
- Se ejecutará el programa específico de las acciones de protección y conservación de flora y fauna silvestre de la región incluido en el anexo IX.3.E del DTU.

Factor Fauna

Resumen del Análisis de la riqueza, abundancia y diversidad faunística de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado.

Dominancia relativa

El comportamiento de la fauna registrada de manera directa, dentro de los sitios de muestreo en el área del sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal, en términos de abundancia relativa es de la siguiente manera.

Reptiles y Anfibios. La riqueza específica (S) de herpetofauna dentro del área de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental fue de 5 especies, de las cuales las mismas 3 se encuentran en alguna de las categorías de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010; 1 Amenazada, 1 en peligro de extinción y 1 en Protección Especial. En los transectos se registraron 20 individuos, siendo *Dipsosaurus dorsalis* la especie que presentó los valores más altos de abundancia absoluta y relativa con 9 individuos (45.00%), seguida de *Callisaurus draconoides* con 7 individuos (35.0%), y *Aspidoscelis tigris* con 2 individuos (10.0%). Conforme el resultado obtenido se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener es de **H'=0.6659**. Así mismo, de acuerdo al índice de equidad, el grupo tiene una distribución de individuos cercana al **0.3716**, lo que indica que la comunidad presenta especies dominantes. Los resultados obtenidos reflejan que dentro de los sitios de muestreo dentro de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental muestran que la diversidad de herpetofauna del presente muestreo aún no alcanza los valores de diversidad máxima $H_{max}=1.7918$.

Aves. La riqueza específica (S) de aves dentro del área en estudio de cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental fue de 19 especies. De las aves registradas en el presente estudio 1 especie se encuentran en alguna de las categorías de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010; 1 en Protección Especial. En los transectos se registraron 58 individuos, siendo *Lanius ludovicianus*, la especie que presentó los valores más altos de abundancia absoluta y relativa con 10 individuos (17.24%), seguida de *Wilsonia pusilla* con 10 individuos (17.24%), y *Passerina amoena* con 6 individuos (10.34%). Conforme los resultados obtenidos, se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener es de **H'= 2.6034** con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta una diversidad media alta, así mismo, de acuerdo al índice de equidad el grupo tiene una distribución de individuos cercana al **0.8842**, cercano al valor de máxima equitatividad (1). Los resultados obtenidos reflejan que dentro de los sitios de muestreo dentro de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental muestran que la diversidad de aves del presente muestreo aún no alcanza los valores de diversidad máxima $H_{max}= 2.9444$.

Mamíferos. La riqueza específica (S) registrada durante el muestreo de mamíferos dentro de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental fue de 5 especies, ninguna de las cuales se encuentra en la categoría Protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Durante el trabajo de campo se registraron 15 individuos, siendo el *Canis latrans* la que presentó la mayor abundancia con registro de 5 individuos y abundancia relativa de 33.0%, seguida del *Dipodomys merriami* con 4 individuos y abundancia relativa de 27.0%; y *Lepus californicus* con 3 individuos y una abundancia relativa del 20.0%. Conforme a los resultados obtenidos se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener es de $H' = 1.4898$. Es necesario recordar que este índice por sí solo no representa un valor concluyente de diversidad, sino un elemento más que permite contar con información de campo para contribuir a la toma de decisiones respecto al estudio completo. En este contexto y con fines comparativos, el valor calculado de diversidad máxima de Shannon-Wiener (H'_{max}) el cual se estima a partir del logaritmo natural del número de especies registradas en el área de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental (5 spp; $H'_{max} = 1.6094$) encontramos que el valor obtenido de diversidad para este estudio es alto. El índice de equidad de Pielou el cual presenta un valor de $J = 0.9256$, que indica que la diversidad máxima estimada y la encontrada son valores cercanos.

En términos de riqueza y diversidad dentro de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental, se registraron 29 especies de fauna silvestre. El grupo de las aves fue el que presentó el mayor número de especies con 19 y el índice de diversidad más alta con $H' = 2.6034$. Sin embargo, para la herpetofauna se obtuvo el mayor número de especies consideradas prioritarias según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas.

Tabla 6.1.6. Riqueza, diversidad, equitatividad y especies prioritarias según la NOM-059-SEMARNAT-2010 de cada uno de los grupos estudiados dentro del área del sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal.

Grupo	Riqueza (s)	H'	Hmax	J'	NOM-059	End.
Herpetofauna	5	0.6659	1.7918	0.3716	3	
Avifauna	19	2.6034	2.9444	0.8842	1	
Mastofauna	5	1.4898	1.6094	0.9256		
Total	29				4	

Apreciamos una distribución de los organismos de fauna bastante proporcional, en donde la representatividad de cada especie en cuanto al número de individuo en la unidad de análisis es, en un alto porcentaje y homogénea.

Resumen del Análisis de la riqueza, abundancia y diversidad faunística del predio del proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial.

Dominancia relativa

El comportamiento de la fauna registrada de manera directa, dentro de los sitios de muestreo en el área del predio en estudio, en términos de abundancia relativa es de la siguiente manera.

Reptiles y Anfibios. La riqueza específica (S) de herpetofauna dentro del área del proyecto fue de 3 especies, de las cuales las mismas 2 se encuentran en alguna de las categorías de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010; 1 Amenazada y 1 en Protección Especial. En los transectos se registraron 17 individuos, siendo *Callisaurus draconoides* la especie que presentó los valores más altos de abundancia absoluta y relativa con 12 individuos (70.59%), seguida de *Aspidoscelis tigris* con 4 individuos (23.53%), y *Crotalus cerastes* con 1 individuo (5.88%). Conforme el resultado obtenido se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener es de $H' = 0.4926$. Así mismo de acuerdo al índice de equidad, el grupo tiene una distribución de individuos cercana al **0.2749**, lo que indica que la comunidad presenta especies dominantes. Los resultados obtenidos reflejan que dentro de los sitios de muestreo dentro del área del predio en estudio muestran que la diversidad de herpetofauna del presente muestreo aún no alcanza los valores de diversidad máxima $H_{max} = 1.7918$.

Aves. La riqueza específica (S) de aves dentro del área en estudio del predio del proyecto fue de 5 especies. De las aves registradas en el presente estudio ninguna especie se encuentran en alguna de las categorías de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010; 2 en Protección Especial. En los transectos se registraron 15 individuos, siendo *Zenaida asiatica*, la especie que presentó los valores más altos de abundancia absoluta y relativa con 5 individuos (33.33%), seguida de *Chondestes*

grammacus y *Corvus corax* con 3 individuos (20.00%) cada una y *Streptopelia decaocto* y *Lanius ludovicianus* con 2 individuos (13.33%) cada una. Conforme los resultados obtenidos, se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener es de $H' = 1.5473$ con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta una diversidad media alta, así mismo de acuerdo al índice de equidad el grupo tiene una distribución de individuos cercana al **0.9614**, cercano al valor de máxima equitatividad (1). Los resultados obtenidos reflejan que dentro de los sitios de muestreo dentro del área de estudio del proyecto muestran que la diversidad de aves del presente muestreo aún no alcanza los valores de diversidad máxima $H_{max} = 1.6094$.

Mamíferos. La riqueza específica (S) registrada durante el muestreo de mamíferos dentro del área del proyecto fue de 3 especies, ninguna de las cuales se encuentra en la categoría Protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Durante el trabajo de campo se registraron 5 individuos, siendo el *Canis latrans* y *Dipodomys merriami* las que presentaron la mayor abundancia con registro de 2 individuos cada una y abundancia relativa de 40.0%, seguida del *Lepus californicus* con 1 individuo y abundancia relativa de 20.0%. Conforme a los resultados obtenidos se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wiener es de $H' = 1.0549$. Es necesario recordar que este índice por sí solo no representa un valor concluyente de diversidad, sino un elemento más que permite contar con información de campo para contribuir a la toma de decisiones respecto al estudio completo. En este contexto y con fines comparativos, el valor calculado de diversidad máxima de Shannon-Wiener (H'_{max}) el cual se estima a partir del logaritmo natural del número de especies registradas en el área (3 spp; $H'_{max} = 1.0986$) encontramos que el valor obtenido de diversidad para este estudio es alto. El índice de equidad de Pielou el cual presenta un valor de $J = 0.9602$, que indica que la diversidad máxima estimada y la encontrada son valores cercanos.

En términos de riqueza y diversidad, se registraron 11 especies de fauna silvestre. El grupo de las aves fue el que presentó el mayor número de especies con 5 y el índice de diversidad más alta con $H' = 1.5473$. Sin embargo, para la herpetofauna se obtuvo el mayor número de especies consideradas prioritarias según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas (tabla 6.1.7).

Tabla 6.1.7. Riqueza, diversidad, equitatividad y especies prioritarias según la NOM-059-SEMARNAT-2010 de cada uno de los grupos estudiados dentro del área del predio en estudio.

Grupo	Riqueza (s)	H'	Hmax	J'	NOM-059	End.
Herpetofauna	5	0.4926	1.7918	0.2749	2	
Avifauna	3	1.5473	1.6094	0.9614		
Mastofauna	3	1.0549	1.0986	0.9602		
Total	11				2	

Apreciamos una distribución de los organismos de fauna bastante proporcional, en donde la representatividad de cada especie en cuanto al número de individuo en la unidad de análisis es, en un alto porcentaje y homogénea.

Análisis comparativo del predio del proyecto con la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental), y determinar la representatividad de las especies que permitan, en su caso, que no se afecta la biodiversidad.

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder estimarla entre diferentes ecosistemas o áreas. Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial del ecosistema, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitatividad. Con relación a los índices que permitan demostrar que la diversidad en la zona del proyecto no se verá comprometida, los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Sin embargo, las comunidades no están aisladas en un entorno neutro. En cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades. Por ello, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la separación de los componentes alfa, beta y gamma (Whittaker, 1972) puede ser de gran utilidad, principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas (Halffter, 1998). La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, la diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y la diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de

las diversidades beta (op. cit).

Esta forma de analizar la biodiversidad resulta muy conveniente en el contexto actual ante la acelerada transformación de los ecosistemas naturales, Para monitorear el efecto de los cambios en el ambiente es necesario contar con información de la diversidad biológica en comunidades naturales y modificadas (diversidad alfa) y también de la tasa de cambio en la biodiversidad entre distintas comunidades (diversidad beta), para conocer su contribución al nivel regional (diversidad gamma) y poder diseñar estrategias de conservación y llevar a cabo acciones concretas a escala local. Para la situación en la cual se encuentra el proyecto, referente a las comparaciones sobre la biodiversidad estimada en los predios forestales, y el poder compararlas con el tipo de vegetación a afectarse y presente en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental). Por lo anterior, podemos concluir que con base en las definiciones mencionadas sobre el término Diversidad alfa, el proyecto no afectará dicha biodiversidad dentro de las subcuencas.

En este estudio se utilizó la estimación del índice de diversidad Shannon-Wiener (H') y el índice de equitividad de Pielou, el cual parte de la base de que un sistema es más diverso cuanto menos dominancia de especies hay, y la distribución es más equitativa. El valor mínimo para este índice es 1 que indica que no hay diversidad. Es importante mencionar que, de acuerdo con los resultados de los muestreos de campo, se puede afirmar que es una zona pobremente representada por estos grupos debido a que básicamente el área de estudio y cuenca que contiene, se encuentran altamente impactadas por actividades antropogénicas (pastoreo de ganado bovino, apertura de caminos para acceso para áreas sacado de leña). Por lo anterior, se presume que tampoco se afectará la diversidad alfa.

Para el caso anfibios y reptiles es importante mencionar que, de acuerdo con los resultados de los muestreos de campo, se puede afirmar que es una zona pobremente representada por estos grupos debido a que básicamente el área de estudio y cuenca que contiene, se encuentran altamente impactadas por actividades antropogénicas (pastoreo de ganado bovino, apertura de caminos para acceso para áreas sacado de leña). Por lo anterior, se presume que tampoco se afectará la diversidad alfa.

El resultado señala que pese a la desproporcionalidad que existe entre las especies de menor y mayor abundancia, la representatividad es aceptable, es decir, la totalidad de

las especies se distribuyen de manera homogénea dentro de la unidad de análisis o sistema ambiental.

Tabla 6.1.8. Resumen comparativo del Índice de diversidad Shannon-Wiener (H') e Índice de equidad de Pielou (J').

INDICADOR	RIQUEZA		ÍNDICE DE DIVERSIDAD SHANNON-WIENER (H')		ÍNDICE DE EQUIDAD DE PIELOU(J')	
	CUENCA	PREDIO	CUENCA	PREDIO	CUENCA	PREDIO
Anfibios y Reptiles	5	5	0.6659	0.4926	0.3716	0.2749
Aves	19	3	2.6034	1.5473	0.8842	0.9614
Mamíferos	5	3	1.4898	1.0549	0.9256	0.9602

Según el índice de Shannon-Wiener y, en los mismos grupos faunísticos en la unidad de análisis **sistema ambiental (SA) o cuenca hidrológica forestal** presenta un índice de diversidad mayor que el del área sujeta a cambio de uso de suelo.

Con base en los índices de diversidad obtenidos en el cálculo, se determina que el ecosistema por afectar en la unidad de análisis **sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal** presenta una mayor riqueza y más diverso que en el área de cambio de uso de suelo.

El ecosistema por afectar en la unidad de análisis **sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal** presenta alta diversidad mayor comparada con el del área sujeta a cambio de uso de suelo, debido a que presenta mayor riqueza y la distribución de individuos por especie se encuentra más uniforme.

De acuerdo con el análisis de los resultados y de los trabajos de campo tanto para la unidad de análisis **sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal** como para el área del proyecto se hacen las siguientes inferencias:

Algunas especies tienen menor valor de importancia en el predio que en la unidad de análisis **sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal** y analizando los componentes del valor de importancia, se obtiene que no habría por qué preocuparse de estas especies, debido a que se presentan de forma similar en los predios y en la unidad de análisis **sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal** y que poseen mayor representatividad en la unidad de análisis **sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal**.

Pese a lo esperado, se observó una escasa presencia de reptiles. De igual manera se señaló que la época de mayor abundancia de este grupo de reptiles, es en el periodo de marzo a mayo, en el cual se pueden observar comúnmente. El grupo faunístico que fue el que se obtuvo el mayor registro de especies y abundancia, es el de las aves, sin embargo, la cantidad de especies de aves registradas se considera baja en comparación a la riqueza específica potencial de la zona y se atribuye a la presencia humana y actividades antropogénica, la cercanía de vías de comunicación principales.

Por lo anterior y dado que el ecosistema en la unidad de análisis **sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal** presenta mayor diversidad que en el área sujeta a CUSTF, se concluye que: el realizar el cambio de uso de suelo en terreno forestal (CUSTF) no compromete la biodiversidad faunística.

Adicionalmente, es importante mencionar que todas las especies halladas en los transectos analizados, también fueron registrados a nivel de la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) e incluso, su representatividad en este nivel de análisis fue mucho mayor, que en los transectos referidos anteriormente.

Se registró evidencia indirecta (excretas) de presencia de una especie de mamífero mayor: *Canis latrans*. Sin embargo, es de considerar que el rango hogareño de esta especie, según estudios hechos en México (CONANP) es muy amplio (tanto como 87.38 km²). Esta especie se considera como un animal exitoso debido a su gran

capacidad de adaptación a diferentes hábitats y su alimentación generalista y oportunista. Su dieta incluye mayoritariamente mamíferos menores como lagomorfos, roedores, ocasionalmente ungulados y mamíferos domésticos y en menor grado aves; aunque puede incluir también frutos, insectos y reptiles (Ceballos y Oliva, 2005; opus cit).

De acuerdo con el análisis de los resultados y de los trabajos de campo tanto para la unidad de análisis **sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal** como para el área del proyecto, se hacen las siguientes inferencias:

- No se registró captura de murciélagos en los sitios de muestreo con redes de niebla y durante los muestreos no fue notoria la actividad de murciélagos (sin embargo, se proponen medidas de prevención para su protección), ya que en los cuatro sitios de muestreo realizados (incluyendo los realizados en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental)) solo se observó a dos ejemplares sobrevolando, lo anterior a pesar de haberse realizado muestreos en un sitio con disponibilidad de agua, el cual es un recurso escaso en la región.
- Al respecto, debe considerarse que la vegetación de desiertos arenosos proporciona pocas fuentes de alimentación (frutos y flores) para murciélagos frugívoros y nectívoros, por lo que las especies con distribución potencial son en su mayoría insectívoras. Un aspecto notorio es que se observó un importante descenso de la temperatura durante la noche, así como la presencia de neblina procedente del océano a partir del anochecer, siendo que ambas condiciones son adversas para la presencia y actividad de este grupo de fauna.
- En los transectos realizados en la trayectoria para registro de aves y reptiles, se obtuvo el registro visual de ejemplares de la especie *Lepus californicus* pero las evidencias indirectas (excretas) indican la presencia de una población numerosa.
- En los transectos de trampas Sherman solo se obtuvo la captura de 6 ejemplares de la especie: *Dipodomys merriami*, aunque los registros de rastros, particularmente las excretas de roedor fueron abundantes.
- Pese a lo esperado, se observó una escasa presencia de reptiles de acuerdo a pláticas establecidas con los pobladores de la zona, se obtuvo evidencia indirecta y directa de la presencia de al menos una especie de ofidio (*Crotalus*); de igual manera se señaló que la época de mayor abundancia de este grupo de

reptiles es en el periodo de marzo a mayo, en el cual se pueden observar comúnmente individuos de esta especie y el apareamiento de las mismas.

- El grupo faunístico que fue el que se obtuvo el mayor registro de especies y abundancia, es el de las Aves, sin embargo, la cantidad de especies de aves registradas se considera baja en comparación a la riqueza específica potencial de la zona y se atribuye a la presencia humana y actividades antropogénica, la cercanía de vías de comunicación principales. La especie con mayor abundancia fue *Lanius*, *Wilsonia*, *Zenaida*.
- Pese la cercanía del mar, no se registro la presencia o sobrevuelo de especies acuáticas en los sitios donde se realizaron los muestreos sobre el predio en proyecto, con excepción de la *Gallinago delicata* que se registró en un sitio de redeo.
- Más detalles se observan en los métodos y resultados para cada grupo faunístico desarrollado en el presente capítulo, así como en el diagnóstico ambiental del presente documento.

Considerando que el proyecto, objeto del presente estudio, se realizará en un área forestal, era de esperarse contar con la presencia de especies contempladas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, la presencia de estas fue más frecuente a nivel de las unidades de análisis **sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal** que las reportadas en la zona sujeta a cambio de uso de suelo, esto como consecuencia de un incremento en la correspondiente riqueza específica. Bajo este contexto, el promovente implementará estrictas acciones de carácter preventivo y de rescate de tal forma que se permita garantizar en todo momento la integridad de la fauna, tanto de la zona sujeta a cambio de uso del suelo como la hallada en las unidades de análisis **sistema ambiental o cuenca hidrológica forestal** en cuestión. En este sentido, dichas acciones serán aplicadas independientemente de que las especies se encuentren o no consideradas en la norma antes mencionada.

En relación al grupo de las aves, considerando que son organismos de fácil movilidad y desplazamiento y que además presentan una alta capacidad de adaptación, señalamos que este no se compromete. Pues como se indicó en el apartado de flora, las comunidades a intervenir están bien representadas en la unidad de análisis, por lo que la disponibilidad de alimento, sitios de refugio y anidación, seguirán disponibles,

además, la mayoría de las especies registradas son de tamaño pequeño por lo que no demandan amplias superficies para desarrollar sus funciones dentro del ecosistema.

Respecto a los mamíferos, los de talla mediana, así como los voladores por lo general presentan hábitos nocturnos, por lo que la posibilidad de interactuar con ellos es nula. Para los pequeños mamíferos (ratones, ratas, ardillas, entre otros) durante el proceso constructivo será necesario mantener vigilancia en los frentes de trabajo para evitar mortandad, sobre todo porque por lo general estos organismos viven en oquedades de arboles o rocas, donde construyen madrigueras. Se descarta comprometer la permanencia de este grupo pues la disponibilidad de sitios donde realicen sus actividades no se pone en riesgo. Además, con la implementación de las medidas indicadas en el Cap VII del presente documento, se evitará afectarlos de manera directa.

Para anfibios señalamos que no se compromete la permanencia de las especies del grupo de los anfibios, pues son organismos que habitan en los cuerpos de agua y como se ha señalado en diferentes apartados de este DTU, por la naturaleza de la obra se descarta interactuar con este recurso, evitando así afectación a este grupo faunístico.

Para el grupo de los reptiles, señalamos que con la aplicación oportuna de las medidas propuestas en el Capítulo VII de este documento, se descarta comprometer la permanencia de éste. Además es importante señalar que estos organismos no demandan amplias superficies para realizar sus actividades.

El comportamiento de los datos antes analizados se le atribuye a que el área requerida para el establecimiento del proyecto es una superficie muy pequeña con respecto a la referida a nivel de la unidad de análisis (cuenca). Por lo anterior el proyecto en comento, no implica el confinamiento del área permitiendo el libre tránsito de la fauna en general, asimismo al momento del establecimiento de las obras se respetará toda vegetación que no interfiera con los intereses inherentes al proyecto; tales como, los árboles que se encuentran a orillas de la zona sujeta a cambio de uso de suelo, bajo la consideración de que estos, puede seguir siendo un sitio de descanso, alimentación o refugio para la fauna.

En cuanto a la vegetación muerta producto del despalme realizado en la zona sujeta a cambio de uso del suelo, esta se picará y esparcirá al interior del predio. Además de contribuir en cierta medida al control de la erosión laminar, puedan fungir como nidos o

microhábitas especialmente para anfibios y reptiles. Finalmente es preciso señalar que al comparar el índice de diversidad de ambas áreas (unidad de análisis vs sitio del proyecto) apreciamos que este es ligeramente mayor en las unidades de análisis, lo que evidencia que la totalidad de especies registradas están plenamente representadas y que además, tienen una distribución homogénea.

Si bien la construcción de la obra causará un disturbio al área, éste será temporal. Se reconoce que al eliminar la vegetación habrá menos recursos disponibles para algunas especies de fauna, ocasionando su desplazamiento momentáneo hacia los alrededores; sin embargo, otras especies resultarán beneficiadas al quedar a su disposición otros recursos que son fácilmente aprovechados.

Comparación de la fauna de la zona sujeta a cambio de uso de suelo con las registradas dentro de la unidad de análisis (cuenca).

Tabla 6.1.9. Comparación de los grupos faunísticos de la zona sujeta a cambio de uso de suelo (proyecto) con la de la unidad de análisis (cuenca hidrográfica forestal o sistema ambiental) microcuencas Desierto de Altar y San Luis Río Colorado.

ESPECIES/ HERPETOFAUNA	CUENCA O SISTEMA AMBIENTAL					PREDIO DE CUSTF				
	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa %	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Índice de diversidad	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa %	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Índice de diversidad
<i>Callisaurus draconoides</i>	7	35	6	37.5	0.2147	12	70.59	4	57.14	0.2863
<i>Crotalus cerastes</i>	1	5	1	6.25	0.0553	1	5.88	1	14.29	0.0553
<i>Aspidoscelis tigris</i>	2	10	2	12.5	0.0931	4	23.5	2	28.6	0.151
<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	9	45	6	37.5	0.2475					
<i>Uma notata</i>	1	5	1	6.25	0.0553					
TOTAL	20	100	16	100	0.6659	17	100	7	100	0.4926
INDICES	S=5 Hmax=1.7918 H'=0.6659 J'=0.3716					S=3 Hmax=1.7918 H'=0.4926 J'=0.2749				

ESPECIES/AVES	CUENCA O SISTEMA AMBIENTAL					PREDIO				
	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa %	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Índice de diversidad	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa %	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Índice de diversidad
<i>Corvus corax</i>	2	3.45	2	5.71	0.11610	3	20	1	14.29	0.3219
<i>Cathartes aura</i>	2	3.45	1	2.86	0.11610					
<i>Myiarchus cinerascens</i>	5	8.62	2	5.71	0.21130					
<i>Buteo swainsoni</i>	2	3.45	2	5.71	0.11610					
<i>Passerina amoena</i>	6	10.34	4	11.43	0.23470					
<i>Tyrannus verticalis</i>	3	5.17	2	5.71	0.15320					
<i>Lanius ludovicianus</i>	10	17.24	5	14.29	0.30310	2	13.33	1	14.29	0.2687
<i>Egretta thula</i>	1	1.72	1	2.86	0.07000					
<i>Streptopelia decaocto</i>	2	3.45	1	2.86	0.11610	2	13.33	1	14.29	0.2687
<i>Wilsonia pusilla</i>	10	17.24	4	11.43	0.30310					
<i>Piranga ludoviciana</i>	1	1.72	1	2.86	0.07000					
<i>Athene cunicularia</i>	1	1.72	1	2.86	0.07000					
<i>Chondestes grammacus</i>	2	3.45	1	2.86	0.11610	3	20	1	14.29	0.3219
<i>Chordeiles acutipennis</i>	1	1.72	1	2.86	0.07000					
<i>Falco sparverius</i>	1	1.72	1	2.86	0.07000					
<i>Zenaida macroura</i>	5	8.62	2	5.71	0.21130	5	33.33	3	42.86	0.3662
<i>Buteo jamaicensis</i>	1	1.72	1	2.86	0.07000					
<i>Gallinago delicata</i>	1	1.72	1	2.86	0.07000					
<i>Geococcyx californicus</i>	2	3.45	2	5.71	0.11610					
TOTAL	58	100.0	35	100.0	2.6033	15	99.99	7	100.02	1.5474
INDICES	S=19 Hmax=2.9444 H'=2.6033 J'=0.8842					S=5 Hmax=1.6094 H'=1.5473 J'=0.9614				

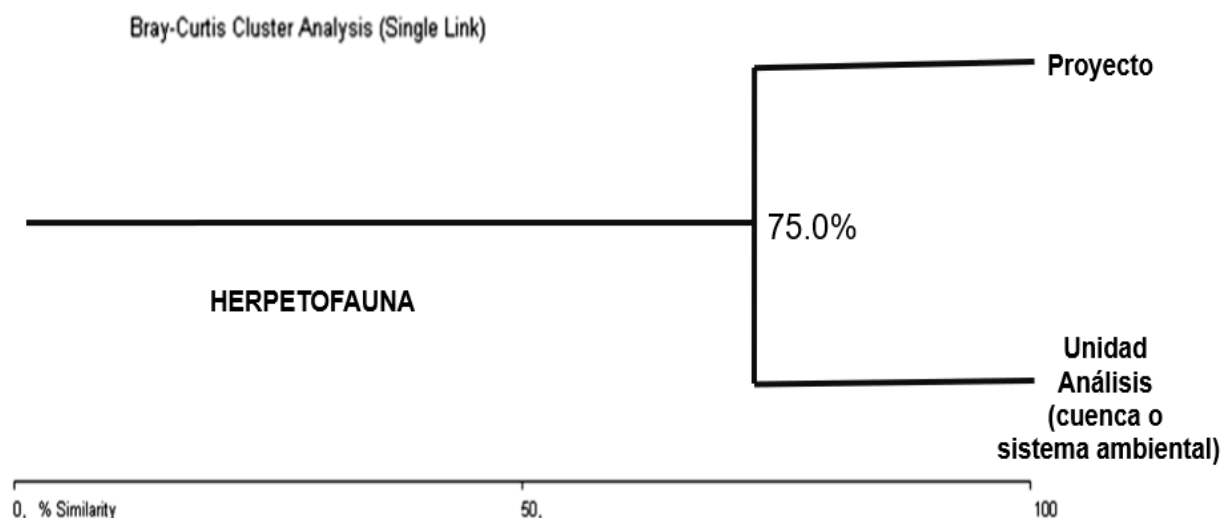
ESPECIES MAMIFEROS	CUENCA O SISTEMA AMBIENTAL					PREDIO DE CUSTF				
	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa %	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Indice de diversidad	Abundancia Absoluta	Abundancia relativa %	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)	Indice de diversidad
<i>Lepus californicus</i>	3	20	3	23.08	0.3219	1	20	1	20	0.3219
<i>Dipodomys merriami</i>	4	27	3	23.08	0.3525	2	40	2	40	0.3665
<i>Canis latrans</i>	5	33	4	30.77	0.3662	2	40	2	40	0.3665
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	2	13	2	15.38	0.2687					
<i>Xerospermophilus tereticaudus</i>	1	7	1	7.69	0.1805					
TOTAL	15	100.0	13	100.0	1.4898	5	100	5	100	1.0549
INDICES	S=5 Hmax=1.6094 H'=1.4898 J'=0.9256					S=3 Hmax=1.0986 H'=1.0549 J'=0.9602				

Para comparar los registros de cada grupo de las especies, se elaboró una matriz binaria (presencia-ausencia) de especies. Finalmente se estimó la similitud entre la composición específica registrada entre en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) y los predios, se computó usando el coeficiente de similitud de BrayCurtis y produciendo los dendrogramas correspondientes mediante ligamento promedio no ponderado. Todos los análisis se ejecutaron con el programa Biodiversity Pro (McAleece, 1997).

HERPETOFAUNA

Tabla 6.1.10. Resultados del análisis de similitud entre las especies de herpetofauna entre el predio del proyecto y en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental). Ambas comparten un 75.0% de las especies.

Herpetofauna		
Especies	listado cuenca o SA	listado predios
		5
Indice de Similitud	0.75	
% de Similitud	75.00%	

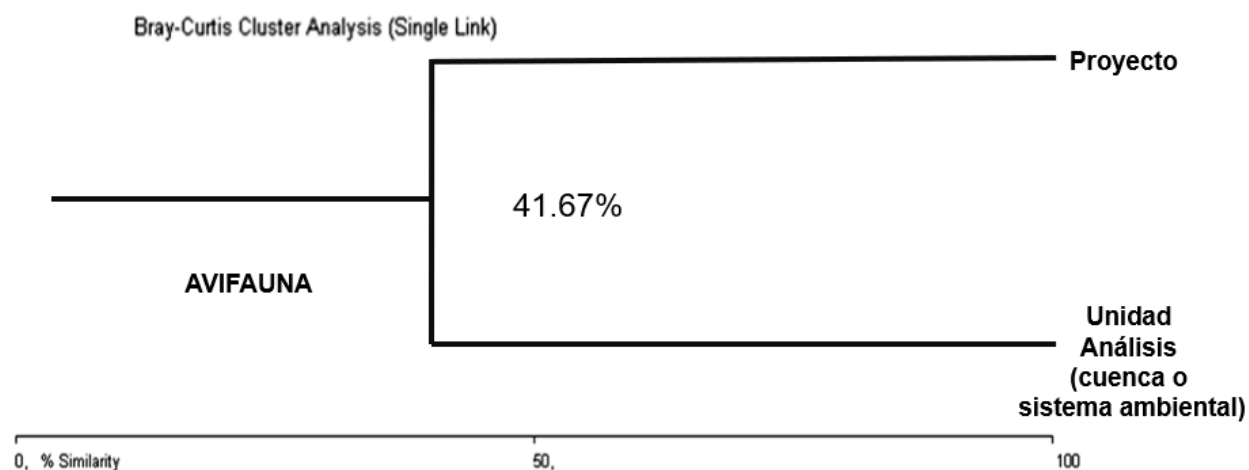


Grafica 6.2. Dendrograma entre las especies de herpetofauna de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental y el predio sujeto a CUSTF. La similitud entre la composición de las comunidades de herpetofauna de ambos es del 75.0%.

AVES

Tabla 6.1.11. Resultados del análisis de similitud entre las especies de avifauna entre el predio del Proyecto y en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental). Ambas comparten un 41.67% de las especies.

Avifauna		
Especies	Listado cuenca o SA	Listado predios
		19
Indice de Similitud	0.42	
% de Similitud	41.67%	

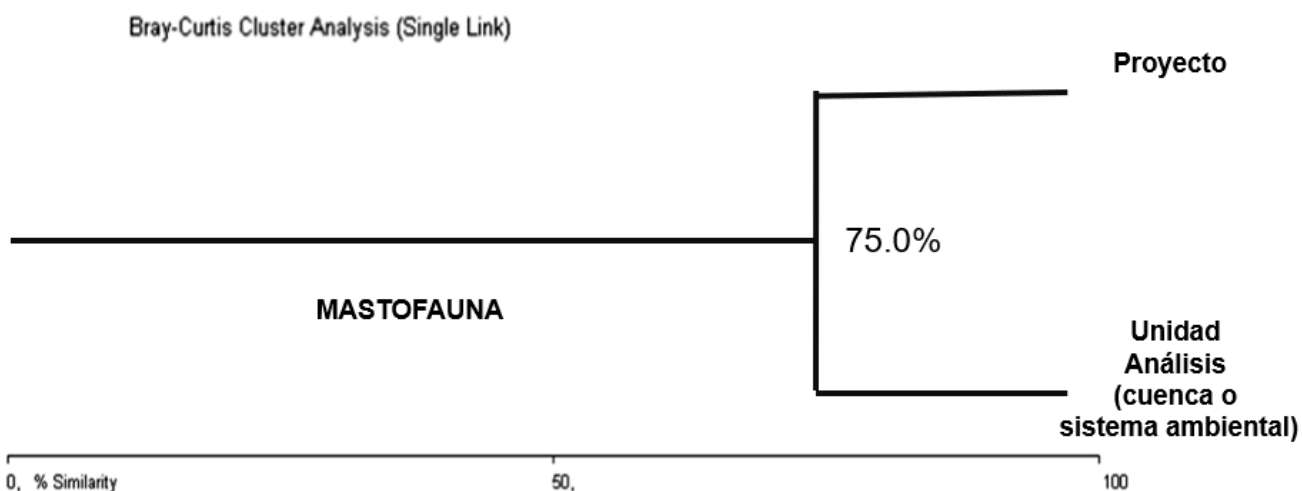


Grafica 6.3. Dendrograma entre las especies de aves de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental y el predio sujeto a CUSTF. La similitud entre la composición de las comunidades de aves de ambos es del 41.67%.

MAMÍFEROS

Tabla 6.1.12. Resultados del análisis de similitud entre las especies de mastofauna entre el predio del Proyecto y en la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental). Ambas comparten un 75.0% de las especies.

Mastofauna		
Especies	Listado cuenca o SA	Listado predios
		5
Indice de Similitud	0.75	
% de Similitud	75.00%	



Grafica 6.4. Dendrograma entre las especies de mamíferos de la cuenca hidrológica forestal o sistema ambiental y el predio sujeto a CUSTF. La similitud entre la composición de las comunidades de mamíferos de ambos es de 75.0%.

Medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales:

Medidas de Prevención

- Previo al inicio del cambio de uso de suelo en terrenos forestales todo el personal en general recibirá una plática de inducción relacionada con la importancia de la protección y conservación de la biodiversidad. Esta actividad tendrá una duración de 1.5 horas teóricas. En el anexo IX.3.D del DTU se presenta el programa de educación ambiental (pláticas) que se realizarán para cumplir todos estos aspectos señalados.
- Se realizará una plática a todo el personal en el que se explicarán las particularidades de las especies que se hallan protegidas bajo la normatividad vigente que rigen el uso y manejo de las mismas (NOM-059-SEMARNAT-2010). Esta actividad tendrá una duración de 1.5 horas teóricas.
- Previo al inicio del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a todos los trabajadores que laboren en la remoción de la vegetación y en el establecimiento de la obra en estudio, se le dará una plática de capacitación sobre “CUIDADO DEL AMBIENTE EN TU ÁREA DE TRABAJO” el cual constará de 2 horas divididas en 1 hora teórica y 1 hora práctica.
- Se impartirá una plática para sensibilizar al personal que laborará en la obra a fin de evitar o disminuir daños a la flora y a la fauna en general. Esta sensibilización se realizará creando y difundiendo información relativa a las medidas de protección ambiental que deberán observar durante su participación en la obra. Para lo anterior, se establecerán reglamentaciones por parte del licitante ganador (supervisadas por la promovente) que eviten cualquier afectación derivada de las actividades del personal, ver IX.3.D del DTU.
- A todos los trabajadores se les dará una plática sobre uso y manejo de fuego, dicho curso tendrá una duración de 2 horas divididas en 1 hora teórica y 1 hora práctica.
- Se llevará a cabo una plática sobre el cuidado de fauna silvestre. El cual constará de 2 horas teórica y 1 hora de práctica, donde se mostrará la forma de rescate de los 4 grupos faunísticos a todos los trabajadores en las actividades de cambio de uso de suelo. Como una estrategia de apoyo en la conservación de la biodiversidad.
- Previo a las actividades de desmonte y despalle del predio o rodales del proyecto motivo del presente estudio se realizarán recorridos para la detección de nidos, guaridas y/o refugios de la fauna silvestre, en cuyo caso se ahuyentará a los animales que los ocupen, ver capítulo VII y IX.3.G del DTU.

- Se establecerán reglas internas y supervisión al personal para evitar cualquier afectación a la fauna silvestre.
- Se realizará ahuyentamiento de las especies faunísticas, previo a la remoción de la vegetación en el área solicitada para cambio de uso de suelo por medio de recorridos, en los cuales se utilizarán sirenas o matracas.
- Durante la construcción se deberán colocar barreras en las cepas que se abran y no deben quedar abiertas al término de cada jornada, o en su defecto, se deberán circular con alambre o cualquier otro material para evitar accidentes tanto de personas, como de fauna silvestre y doméstica.
- En las cepas además de colocar las barreras también se colocará un tronco o rama dentro de la cepa para que en caso de caer algún roedor pequeño, reptil o anfibio se le facilite su escape de este lugar.
- En caso de que se encuentren organismos vivos en las cepas, se deberá proceder a su rescate y chequeo por parte de personal especializado en fauna silvestre esto para descartar cualquier daño que se hubiera podido ocasionar a la hora de caer para posteriormente realizar la liberación de dicho individuo, ver capítulo VII y IX.3.G del DTU.
- Si cuando se realice la apertura de cepas se encuentran especies de lento desplazamiento, se implementará el programa de rescate y reubicación de fauna silvestre presente en el capítulo VII y IX.3.G del DTU (Programa de rescate de fauna).
- Para no afectar al hábitat de fauna silvestre contigua a la obra, el desmonte se efectuará dirigiendo la caída de los árboles o arbustos hacia el centro de los predios o rodales sujetos a CUSTF del proyecto.
- Realizar las labores de ejecución del CUSTF de preferencia en horarios diurnos.
- Evitar los ruidos innecesarios generados por silbatos, bocinas, sirenas, pitos, motores encendidos, etc., a fin de anular en la medida de lo posible el estrés a fauna que se encuentre en zonas cercanas a aquella sujeta a cambio de uso de suelo.
- Instalar y mantener en perfectas condiciones los silenciadores de los equipos a motor (vehículos, equipos y maquinarias).
- No se establecerán campamentos dentro del área sujeta a cambio de uso de suelo, con la finalidad de no desplazar a las especies faunísticas.
- Durante la operación de la maquinaria y vehículos, especialmente en áreas aledañas a zonas urbanas, se deberá cumplir con los estándares que para la

emisión de ruido fija el “Reglamento para la Protección del Ambiente Contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido” (SEDUE, 1989) y la NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

- La maquinaria, equipo y vehículos que se utilizan durante el proceso constructivo se mantendrán en buenas condiciones para la cual se enviarán a mantenimiento preventivo cumpliendo estrictamente con el programa de cada unidad. Para lo anterior, se llevará una bitácora de mantenimiento de maquinaria y de vehículos.
- Para mitigar el efecto que se tendrá por las actividades de la obra en estudio, se ejecutara un programa específico de protección y conservación de flora y fauna silvestre (anexo IX.3.E del DTU), así como un programa de rescate de fauna silvestre ver capítulo VII y IX.3.G del DTU, especialmente para aquellas especies en riesgo que se encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Los vehículos automotores y maquinaria en general, circulará a baja velocidad (30 km/h) con la finalidad de prevenir el atropellamiento de fauna silvestre que llegará a transitar por el proyecto de la obra en estudio y aminorar el ruido que provoca el funcionamiento de los motores.

Medidas de Mitigación:

- Dentro del predio del área sujeta a cambio de uso de suelo, así como en la unidad de análisis (cuenca) se encontraron especies de fauna en categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por lo que las mismas, serán rescatadas y reubicadas; tal como se establece en el Programa de Protección y Conservación de Fauna silvestre del anexo IX.3.E del DTU. En el programa de rescate de fauna ver capítulo VII y IX.3.G del DTU en el que se contempla el rescate de todas las especies que se llegasen a encontrar durante la ejecución del CUSTF.
- Para las especies de fauna de talla menor que no están catalogadas en categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y que se reportaron en el área sujeta a cambio de uso de suelo, se aplicara el programa de rescate y de protección y conservación (Anexo VII y IX.3.E y G del DTU).

- El contratista deberá clasificar e identificar los residuos orgánicos e inorgánicos que se generen durante el proceso de construcción y ejecución del CUSTF de la obra en estudio para su disposición final, ver anexo IX.3.C del DTU.
- Se realizará el rescate y reubicación de fauna silvestre de la zona del proyecto de la obra en estudio, colocando dichas especies a los costados del proyecto, la cual servirá como refugio y hogar a la fauna silvestre de la zona, el programa se presenta como capítulo VII y IX.3.G del DTU.
- El desmonte o poda se llevará a cabo básicamente por medios manuales (hachas, machetes y motosierras) y de manera paulatina y direccional a fin de permitir que las especies de fauna silvestre presentes en el área tengan posibilidad de alejarse del sitio.
- Se comunicará a todos los trabajadores de la obra que el área donde realicen sus alimentos deberá permanecer libre de residuos, debido a la posible generación y proliferación de fauna nociva y dispersión de estos.
- Se supervisará que el personal de la construcción de la obra en estudio y de los que realicen el CUSTF no cometan actos que deterioren el ambiente de la zona, tales como la caza o captura de fauna silvestre y extracción de especies de fauna. Al respecto se responsabilizará al contratista de cualquier ilícito en el que incurran sus trabajadores, para lo cual se deberá instrumentar un reglamento interno ambiental durante la etapa de CUSTF de la obra, ver anexo IX.3.I del DTU.
- Se ejecutará el programa específico de las acciones de protección y conservación de flora y fauna silvestre de la región incluido en el anexo IX.3.E del DTU.

De acuerdo con la información vertida anteriormente, se afirma que la diversidad faunística hallada en la en la zona sujeta a cambio de uso de suelo, no se ve comprometida en ningún momento, si consideramos que tanto la riqueza específica como la abundancia de los cuatro grupos faunísticos se encuentran completamente representados a nivel de unidad de análisis (cuenca). Además de considerar que se implementaran importantes medidas de mitigación de carácter preventivo y de rescate que permitan garantizar la integridad de las especies y minimizar el impacto que podría ocasionar el establecimiento de la obra a los grupos faunísticos considerados en el presente análisis. Por lo tanto, se estaría cumpliendo con la excepcionalidad estipulada en el párrafo primero del artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B-REGIONAL

Derivado de la información vertida en el capítulo IV y la comparada en presente capítulo, se desprenden las medidas de prevención y mitigación acordes a las poblaciones faunísticas. En las cuales necesariamente se tiene que contemplar la composición y estructura faunística, por lo que se determinaron los siguientes puntos, concluyendo que, en efecto, no se compromete la diversidad del factor en estudio.

Los cuatro grupos faunísticos registrados en los transectos de la zona sujeta a cambio de uso del suelo, se encuentran ampliamente representados en la unidad de análisis (cuenca) e incluso a este nivel de análisis se cuenta adicionalmente con el grupo faunístico de los anfibios, por lo tanto, no existen especies faunísticas únicas y exclusivas del área en la que se realizara la remoción de la vegetación, por lo que concluimos que en ningún momento se compromete la riqueza específica.

Además de lo ya mencionado anteriormente, el índice de diversidad de cada grupo faunístico, a nivel de la unidad de análisis (cuenca) siempre fue superior que el hallado a nivel de la zona sujeta a cambio de uso de suelo, demostrando que, en efecto, existe una mayor diversidad faunística en estas unidades de análisis.

Asimismo, se consideró que el tamaño de la superficie no influye en la fragmentación de la vegetación dentro de la unidad de análisis (cuenca), para lo que tampoco afectaría el desplazamiento de la fauna silvestre a áreas adyacentes. Con base en los razonamientos arriba expresados, se considera que se encuentra acreditada la primera de las hipótesis normativas establecidas por el artículo 93, párrafo primero, de la LGDFS, en cuanto que con éstos ha quedado técnicamente demostrado que el desarrollo del proyecto de cambio de uso de suelo en cuestión, demuestre que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga (no compromete la biodiversidad).

Por una parte, la empresa a través de tecnología amigable al ambiente ha permitido que los procesos biológicos de la zona se mantengan, por otra parte, se aplicará un esquema de manejo de la vegetación forestal para el caso de la red eléctrica asociada, respetando la cubierta del sotobosque y todos aquellos arbustos que no interfieran con la construcción y operación de la obra. De esta manera se demuestra que el proyecto considera el no poner en riesgo el medio ambiente. Como resultado a revisiones y recorridos del área de estudio se determinó la vía más factible para realizar la obra y por consiguiente, la menor afectación posible a los recursos naturales, tanto de flora como fauna. La obra y de los predios de CUSTF en estudio donde se pretende llevar a cabo el presente proyecto no presenta problemas de tipo normativos dado a que no

está dentro de ningún tipo de área natural protegida y no se afectan a ninguna ANP, las áreas de importancia ecológica regionalizadas por la CONABIO (2010) que lleva a cabo con el fin de que sean consideradas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas como nuevas ANPs y sean incorporadas al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP), se han clasificado como:

- Regiones terrestres prioritarias (RTP), Regiones marinas prioritarias (RMP), Regiones hidrológicas prioritarias (RHP) y Áreas de importancia para la Conservación de las Aves (AICAs).

En la región donde se pretende realizar el proyecto, No se identifica dentro de ninguna área antes señalada.

La aplicación de las medidas de mitigación o reducción pretende amortizar o disminuir los impactos adversos manifestados aún y con la aplicación de medidas preventivas.

Las acciones que involucren el uso de maquinaria y equipo, cuyas emisiones de ruido sean superiores a los límites establecidos en la normatividad ambiental mexicana, deberán desarrollarse en estricto horario diurno. Para evitar modificaciones a la topografía e hidrodinámica de la zona, el suelo sobrante producto de la excavación se esparcirá en el área del predio de la obra. Se deberán considerar procedimientos de saneamiento de suelos afectados, para el caso de que accidentalmente los residuos en general se viertan o diseminen tanto en las áreas del proyecto. Sin embargo, pese a que nuestra área solicitada para cambio de uso de suelo no pone en riesgo tanto la riqueza y estructura faunística, ni florística, según la información recabada en campo y manifestada en el capítulo VII y mediante una comparación en el presente capítulo, se proponen medidas de prevención y mitigación con el firme propósito de no comprometer la biodiversidad según lo establecido en el artículo 93 de la reforma de la LGDFS.

6.1.2 DEMUESTRE QUE LA EROSIÓN DE LOS SUELOS SE MITIGUEN EN LAS ÁREAS AFECTADAS POR LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN FORESTAL (NO GENERA LA EROSIÓN DEL SUELO)

VI.1.2.1. Análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la vegetación forestal;

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B-REGIONAL

La vegetación forestal protege al suelo de los efectos de la erosión contribuyendo al reciclaje de nutrientes y al mantenimiento de la capacidad productiva del suelo. Este servicio ambiental se verá perjudicado con la realización del proyecto, pues el cambio de uso se contempla la remoción total de la vegetación se toma como escenario hipotético para poder estimar la magnitud de la modificación a este servicio.

A continuación, se presentan los datos de erosión actual y los de erosión sin vegetación o potencial, esto con el fin de dimensionar el impacto en este servicio ambiental una vez que se realiza el cambio de uso de suelo en la zona. El componente ambiental suelo a lo largo de la obra del proyecto en estudio perderá su cobertura en el estrato arbustivo y arbóreo; sin embargo, dadas las condiciones del área en que se ejecutará el proyecto, a mediano plazo con la presencia de lluvias será posible contar con vegetación de tipo rastrera como hierbas y pastos; se ejecutarán las obras de conservación de suelos, con lo que se estarán minimizando los daños generados al suelo, y por tanto se estará evitando el poner en riesgo este servicio ambiental.

Para demostrar que el servicio ambiental tiene un grado de afectación nulo o en su caso mínimo, se estimó la cantidad de suelo que se pierde en tres momentos (sin proyecto, con proyecto y con la implementación de las obras de conservación de suelo). Para el área sujeta a CUSTF de acuerdo a la metodología y cálculos explicados en apartados anteriores de este capítulo IV del presente estudio (DTU) se presenta los resultados obtenidos:

EROSIÓN HÍDRICA:

a) Escenario 1. Estimación de la pérdida de suelo antes del desmonte (CUSTF)

Cuando se sustituyen los valores de cada variable en la ecuación 1:

$$Eh = IALLU \times CAERO \times CATEX \times CATOP \times CAUSO \quad (1)$$

Tabla 6.1.13. Erosión hídrica por hectárea, por obra y tipo de vegetación en que se ubica la superficie para la cual se solicita el CUSTF, en Escenario 1.

TIPO DE VEGETACIÓN	EH	VOLUMEN TON/HA/ AÑO EROSIÓN HÍDRICA
Vegetación de desiertos arenosos	$E_h = -29.348 \times 1.0 \times 0.2 \times 0.35 \times 0.15$	-0.308

Con base en los valores que se presentan en la tabla anterior, se obtienen los valores de volumen de total de erosión hídrica que ocurre en las condiciones previas al CUSTF, en la superficie que ocuparía el proyecto y tipo de vegetación.

Dichos valores se presentan en la tabla siguiente.

Tenemos como resultado que la erosión hídrica antes de realizar el desmonte es nula de **-0.308** expresada en términos de toneladas por hectárea por año, esto es, **-2.773 toneladas** por año en las **9.00 ha** donde se solicita autorización de desmonte o CUSTF para construir el proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial en estudio de vegetación de desiertos arenosos.

Lo que significa que anualmente dentro del predio no se pierde suelo por la erosión hídrica.

Tabla VI.14. Resumen de la erosión hídrica actual

Tipo de vegetación	Superficie del proyecto que requiere CUSTF ha	Volumen Ton/ha/ año erosión hídrica actual	Volumen total actual del área de CUSTF Ton/ha/ año erosión hídrica	Perdida de lámina de suelos en mm
Vegetación de desiertos arenosos	9.00	-0.308	-2.773	-0.02773
Total	9.00	-0.308	-2.773	-0.02733

B) Escenario 2. Estimación de la pérdida de posterior a la ejecución del CUSTF

Sustituimos los valores de cada variable en la ecuación 1:

$$E_h = IALLU \times CAERO \times CATEX \times CATOP \times CAUSO... (1)$$

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B-REGIONAL

Tabla 6.1.15. Erosión hídrica por hectárea, por obra y tipo de vegetación en que se ubica la superficie para la cual se solicita el CUSTF, en Escenario 2.

TIPO DE VEGETACIÓN	EH	VOLUMEN TON/HA/ AÑO EROSIÓN HÍDRICA
Vegetación de desiertos arenosos	$E_h = -29.348 \times 1.0 \times 0.2 \times 0.35 \times 0.40$	-0.822

Con la ejecución del CUSTF (desmante para la construcción de la obra en estudio), está claro que se incrementará la pérdida de suelo, ya que se removerá vegetación en una superficie de **9.00 ha** para la Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial. Por lo cual, el cálculo de la pérdida de suelo se realizó utilizando la metodología señalada anteriormente, sustituyendo el valor de CAUSO (uso de suelo y vegetación), por lo que ahora corresponderá a un suelo semejante al de un terreno o predio baldío, terracería o zona sin vegetación aparente tomando un valor de **0.40**. El resto de las variables permanecen constantes.

Al sustituir el valor de CAUSO en la ecuación 1, la pérdida de suelo por hectárea por año con el desmante forestal será nula con **-0.822 ton/ha/año**. Por lo que se perderá **7.396 toneladas** por año en las **9.0 ha** donde se solicita autorización de desmante o CUSTF para construir el proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial en estudio de vegetación de desiertos arenosos.

Lo que significa que anualmente dentro del predio con vegetación o sin vegetación no se pierde suelo por la erosión hídrica.

Con la ejecución del proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial en este ecosistema de vegetación de desiertos arenosos la pérdida de suelo se reduce en **-0.514 ton/ha/año (-0.308 ton/ha/año actuales - 0.822 ton/ha/año después del CUSTF)**, es decir en la **9.0 ha** se reducirá la pérdida de suelo de **-4.626 toneladas**, por lo que no tendrá que mitigarse con las obras de conservación de suelo.

Tabla 6.1.16. Erosión hídrica por tipo de vegetación en que se ubica la superficie para la cual se solicita el CUSTF, en condiciones posteriores a la remoción de vegetación (Escenario 2).

Tipo de vegetación	Superficie del proyecto que requiere CUSTF ha	Volumen Ton/ha/ año erosión hídrica posterior al CUSTF	Volumen total posterior del área de CUSTF Ton/ año erosión hídrica	Perdida de lámina de suelos en mm
Vegetación de desiertos arenosos	9.00	- 0.822	-7.396	-0.7396
TOTAL	9.00	- 0.822	-7.396	-0.7396

C) Escenario 3. Estimación de la pérdida de suelo actual ya con la obra construidas y posteriores a la ejecución del CUSTF.

Al realizar el comparativo entre lo que actualmente se erosiona (sin proyecto y posterior al CUSTF), se aprecia una diferencia de erosión hídrica que se deberá mitigar con la implementación de las medidas de mitigación propuestas, las cuales se presentan a continuación:

Tabla 6.1.17. Comparativo final de la erosión hídrica actual y posterior al CUSTF:

Tipo de vegetación	Superficie del proyecto que requiere CUSTF ha	Volumen Ton/ha/ año erosión hídrica		Volumen total por el CUSTF Ton/ año erosión hídrica		Volumen Ton/total/CUSTF erosión hídrica que debe ser mitigable
		Sin proyecto	Con proyecto	Sin proyecto	Con proyecto	
Vegetación de desiertos arenosos	9.00	-0.308	-0.822	-2.773	-7.396	-4.626
Total	9.00			-2.773	-7.396	-4.626

En base a lo anterior como medida de mitigación principal es reducir la afectación de la vegetación forestal dentro del predio del proyecto Central de Combustión Interna (CCI)

Parque Industrial es aplicando el esquema de manejo (afectación de manera paulatina), el cual se refleja en el escenario 3 en donde comparado con la condición original sin proyecto abra un decremento (nulo) real y final de **-4.626 ton/año** totales, para el proyecto Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial con vegetación de desiertos arenosos (**-4.626 ton/año**), derivadas por el desmonte del proyecto, el cual al no haber erosión hídrica alguna no requiere ser minimizado o mitigado con obras de conservación de suelos.

EROSIÓN EÓLICA:

De acuerdo con la metodología adaptada por la SEDUE, la formula universal de estimación de pérdida de suelos por causa del viento o erosión eólica es:

$$Ee = (IAVIE)(CATEX)(CAUSO)$$

a) Escenario 1. Estimación de la pérdida de erosión eólica actual o sin proyecto.

En función de los valores que pueden tomar las variables de la fórmula para estimación de erosión eólica, se tienen calculado el siguiente escenario 1 (erosión eólica actual o sin proyecto):

$$Ee = IAVIE * CATEX * CAUSO$$

Tabla 6.1.18. Erosión eólica actual en el predio de CUSTF:

USO ACTUAL DEL SUELO	USV (CLAVE)	SUPERFICIE (HA)	IAVIE	CATEX	CAUSO	EROSIÓN EOLICA (ton/ha/año)	EROSIÓN EOLICA/TOTAL/C USTF (ton/ha/año)
Vegetación de desiertos arenosos	MDR	9.0	170.74	1.75	0.15	44.82	403.38
Total		9.0	170.74	1.75	0.15	44.82	403.38

El resultado nos indica que actualmente sin proyecto la pérdida de suelo eólica por hectárea por año, por lo que en las **9.0 ha** donde se pretende realizar el CUSTF, se tiene una erosión eólica actual de **403.38 ton/año**.

b) Escenario 2. Estimación de la pérdida de erosión eólica posterior a la ejecución del CUSTF.

Con la ejecución del CUSTF (desmote para la construcción de las obras en estudio), está claro que se incrementa el riesgo de pérdida de suelo, ya que teóricamente se removerá vegetación en una superficie de **9.0 ha**, lo cual de manera efectiva no ocurre, dadas las características y condiciones de la vegetación presente.

Por tal razón, el cálculo de la pérdida potencial de suelo se realizó utilizando la misma metodología, con la variante de sustituir el valor de CAUSO (uso de suelo), tomando un valor de **0.13** que corresponde a Zona federal CFE (derecho de vía), permaneciendo sin cambios el resto de las variables, de lo cual se obtiene lo siguiente

$$E_e = IAVIE * CATEX * CAUSO$$

Tabla 6.1.19. Erosión eólica posterior a la ejecución del CUSTF:

USO ACTUAL DEL SUELO	USV (CLAVE)	SUPERFICIE (HA)	IAVIE	CATEX	CAUSO	EROSIÓN EOLICA (ton/ha/año)	EROSIÓN EOLICA/TOTAL/C USTF (ton/ha/año)
Vegetación de desiertos arenosos	MDR	9.0	170.74	3.5	0.13	77.69	699.20
Total		9.0	170.74	3.5	0.13	77.69	699.20

El resultado nos indica que potencialmente la pérdida de suelo por hectárea por año con el desmote forestal se puede incrementar de manera significativa, por lo que en las **9.0 ha** donde se pretende realizar el CUSTF, se tendría una posible erosión de **699.20 ton/año**, lo cual se clasifica como una erosión alta, esto es sin tomar en cuenta el tercer escenario que se describe a continuación.

A continuación, se refieren el comparativo de las escenas 1 y 2 de los datos de erosión eólica por tramo, tipo de vegetación en la superficie de CUSTF.

Tabla 6.1.20. Resumen de la erosión eólica

Tipo de vegetación	Superficie del proyecto que requiere CUSTF ha	Volumen total erosión eólica actual o sin proyecto Ton/ha/Año	Volumen total erosión eólica con proyecto Ton/ha/Año
Vegetación de desiertos arenosos	9.0	403.38	699.20
Total	9.0	403.38	699.20

c) Escenario 3. Estimación de la pérdida de suelo actual ya con las obras construidas y posteriores a la ejecución del CUSTF.

Al realizar el comparativo entre lo que actualmente se erosiona dentro de la superficie del predio en estudio (sin proyecto = **403.38** ton/año) en el predio y posterior al CUSTF (con proyecto = **699.20** ton/año), se aprecia una diferencia de **285.81** ton/año, este es el valor que incrementará el proyecto y por lo tanto el que se deberá mitigar y minimizar al 100% con la implementación de las medidas de mitigación propuestas.

En resumen, el incremento potencial de erosión por el CUSTF se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 6.1.21. Valores de la erosión actual, posterior al desmonte o construcción del proyecto y a mitigar por el CUSTF.

Tipo de vegetación	Superficie del proyecto que requiere CUSTF/ha	Volumen erosión total por el CUSTF Ton/año		Volumen de erosión a mitigar Ton/total/CUSTF
		Sin proyecto	Con Proyecto	
Vegetación de desiertos arenosos	9.0	403.38	699.20	285.81
Total	9.0	403.38	699.20	285.81

Sin embargo, cabe apuntar que el valor de **285.81** ton/año es para la condición de ausencia de cobertura en un suelo desnudo, y sobre todo se considera un área total de CUSTF compacta o junta, sin embargo, como es un proyecto puntual de 225 m x 400 m, en la cual se colocará una barda perimetral alrededor del mismo que sirven como barreras corta viento, evitando así la erosión eólica.

Tabla 6.1.22. Incremento de la erosión eólica (Ton/año) que se generaría con el CUSTF para el Proyecto y medidas propuesta para la mitigación del impacto.

Tipo de vegetación	Incremento de la erosión hídrica (Ton/ha) por el CUSTF del proyecto	Cantidad de fajitas o cordones de geo costales	Volumen Ton/total/año de suelo retenido por este tipo de obra	Volumen Total Ton/total/año de suelo retenido con las obras
Vegetación de desiertos arenosos	285.81	24	12.0	288.00
Total	285.81	24		

En donde se plantea la construcción de 24 fajitas o cordones de geo costales a curva de nivel, con una longitud de 20.0 cada uno y la cantidad de suelo retenido por este tipo de obras será de 12.0 toneladas cada una a lo largo del proyecto principalmente en las escorrentías intermitentes presente y donde se efectuará el CUSTF y en el espacio que comprende el proyecto, por lo que estos representarán una capacidad de retención de **288.00 ton/año**, por lo que con estas obras propuestas se lograra incrementar **2.19 ton/año**. (**285.81 ton/año** que se incrementará con el CUSTF - **288.00 ton/año** que se logrará retener con las obras propuestas).

Las obras de conservación de suelos propuestas son construidas paralelas a la cerca o al contorno. Las ventajas de las obras de conservación de suelos propuestas son:

1. Protección física contra la remoción.
2. Limita la erosión para una distancia igual al ancho de la faja y bordo.
3. Se conserva humedad del suelo.

Las obras de conservación de suelos propuestas también tienen efecto sobre el proceso erosivo ya que son bordos que reducen la velocidad del viento en tanto estén perpendiculares a la dirección de este. La conservación de humedad es básica para el control de la erosión eólica en zonas áridas o semiáridas. Los métodos usados consisten en incrementar la infiltración, reducir evaporación y prevenir el innecesario crecimiento de las plantas. Los residuos del CUSTF tienen efectos sobre la conservación de humedad.

Anteriormente se calculó que la cantidad de suelo que se incrementará posterior a la realización del CUSTF es de **285.81** ton/año, por lo que con las medidas propuestas se estarían atendiendo por mucho esta cantidad, dando así, atención plena al precepto de excepción que refiere a No generar la erosión del suelo. Por lo que se concluye y se ratifica en base al análisis antes descrito que dentro de la totalidad del predio en estudio, no se detectaron zonas frágiles o críticas y que con o sin proyecto la afectación a los mismos ecosistemas se darán, motivados por las actividades antrópicas.

Aunado a ello se plantean riegos para la supresión de polvos durante las etapas de desmonte, despalde y construcción, así como la dispersión del material remanente de vegetación forestal, lo cual evitara el levantamiento y/o suspensión de las partículas del suelo con lo que se evita la erosión eólica desde las primeras etapas del proyecto hasta su conclusión con la capa impermeable. Con las medidas propuestas se estaría dando atención plena al precepto de excepción que refiere a No generar la erosión del suelo, específicamente la erosión eólica.

Dicho lo anterior con las medidas propuestas se estarían atendiendo por mucho la cantidad de suelo que se potencialmente podría erosionarse por la ejecución del proyecto, de tal modo que puede decirse que el CUSTF no provocaría una erosión de suelo mayor a la existente en su área de influencia, dando así atención plena al

supuesto de excepción a que se refiere el artículo 93 de la LGDFS en cuanto a No generar la erosión del suelo.

Por lo que se concluye y se ratifica en base al análisis antes descrito que dentro de la totalidad del predio del proyecto en estudio, no se detectaron zonas frágiles o críticas y que con o sin proyecto la afectación a los mismos ecosistemas se dará, motivados por las actividades antrópicas.

Tomando en cuenta la información presentada anteriormente, el ecosistema sufre una alteración en cuanto a la cantidad de suelo erosionado o removido de la zona. Esta alteración es negativa, pues al realizar la eliminación de la vegetación el suelo queda expuesto a los efectos de la lluvia lo que hace que se aumente el desprendimiento de las partículas y haya la pérdida de suelo. Por esto es que este servicio tendrá un impacto negativo, sin embargo, con las medidas de mitigación propuestas no solo dejará la zona en estado original, sino que se reducirá el grado de erosión de la zona.

Las causas principales que originan la erosión hídrica y eólica, según datos en esta Entidad que se pierden anualmente entre cientos de hectáreas de vegetación forestal. Las causas más evidentes de esta pérdida son: desmontes para el cambio de uso del suelo, que se realizan principalmente para ampliar la frontera agrícola o la superficie de pastoreo y para ampliar las zonas urbanas y la construcción de infraestructura de comunicaciones, servicios, etc., y el pastoreo sin control en áreas forestales, que es realizado principalmente en las zonas semi-áridas-tropicales, por campesinos de estas regiones y que obedece a la tradición de libre pastoreo en las “áreas comunes”, sin respeto de los límites de propiedad; esta actividad pastoril se caracteriza por sus bajos niveles tecnológicos y su falta de control respecto del número de cabezas de ganado, lo que ocasiona que se rebase la capacidad de carga de los agostaderos. Los daños que provoca el pastoreo sin control, afectan directa e indirectamente la capacidad de regeneración de la vegetación forestal, afectando a la vegetación misma y al suelo subyacente. La coexistencia de las actividades pecuarias y el matorral es técnicamente factible, siempre que se den las prácticas ganaderas con apego a las normas técnicas y de conservación forestal, o por el contrario el pastoreo seguirá siendo una fuente de externalidades negativas para los recursos forestales.

Medidas de prevención y mitigación:

Prevención

- Previo al inicio del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a todos los trabajadores que laboren en la remoción de la vegetación y construcción de la obra en estudio se le dará una plática sobre “CUIDADO DEL AMBIENTE EN TU ÁREA DE TRABAJO” el cual constará de 2 horas divididas en 1 hora teórica y 1 hora práctica, en el anexo IX.3.D del DTU se presenta el programa de educación ambiental (pláticas) que se realizarán para cumplir todos estos aspectos señalados.
- Se impartirá una plática para sensibilizar al personal que laborará en la obra a fin de evitar o disminuir daños a la flora y a la fauna en general. Dicha sensibilización se realizará creando y difundiendo información relativa a las medidas de protección ambiental que deberán observar durante su participación en la obra. Para lo anterior, se establecerán reglamentaciones por parte del licitante ganador (supervisadas por la promovente) que eviten cualquier afectación derivada de las actividades del personal (anexo IX.3.D del DTU).
- Con la finalidad de evitar posibles incendios forestales que provoquen la pérdida de cobertura forestal y propicien una erosión paulatina en la zona o áreas aledañas. Se impartirá un curso de capacitación sobre uso y manejo de fuego a todos los trabajadores, con duración de 2 horas divididas en 1 hora teórica y 1 hora práctica.
- Se realizará una plática de concienciación para el manejo y disposición de residuos en caso de algún derrame, estos talleres se impartirán cada mes a todo el personal.
- Durante las labores de desmonte no se permitirá el uso del fuego ni agroquímicos.
- Los materiales que puedan ser reutilizados serán colectados y almacenados temporalmente para su posterior utilización.
- Se utilizarán vías de acceso ya existentes, para evitar la apertura de otras vías, a fin de reducir en lo posible los impactos en la zona que esto conlleva.
- Se deberá transitar por los caminos existentes cercanos al proyecto.
- Durante la realización de las actividades de cambio de uso de suelo se colocará un sanitario portátil por cada 15 personas de ser posible. Esto con la finalidad de mantener un estricto control de los residuos fisiológicos y evitar las evacuaciones al aire libre, posteriormente los residuos deberán ser trasladados a los sitios

donde indique la autoridad local. Para lo cual deberá contratarse a una empresa especializada y autorizada para el manejo y disposición de los mismos.

- Los residuos que por sus propiedades físicas y químicas tengan características de peligrosidad, deben manejarse y disponerse de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 y demás ordenamientos jurídicos aplicables.
- El derribo de la vegetación se realizará de forma paulatina y dirigida hacia las zonas ya derribadas para evitar dañar vegetación que posiblemente no tenga que ser removida.
- En la primera etapa del desmonte se utilizarán medios mecánicos (machetes, hachas y motosierras) y posteriormente para realizar el resto del desmonte, éste se realizará con maquinaria pesada tomando en cuenta medidas precautorias que generen una menor afectación al ambiente.
- Se deberán conservar el estrato herbáceo y los tocones de los árboles y arbustos cuando no interfieran con la obra ni con la ubicación de alguna instalación. Los tocones se dejarán a una altura mínima de 30 cm. Esto como medida de protección del suelo, disminución del riesgo de erosión y para dar oportunidad a que se regenere la vegetación mediante mecanismos naturales, así como para servir de refugio a la fauna local.
- Los residuos vegetales generados durante las acciones de construcción, se picarán y dispersarán en el suelo para facilitar su integración al mismo. Este tipo de residuos se deberá depositar a los costados del predio, en forma perpendicular al drenaje superficial (anexo IX.3.H del DTU).
- En la construcción de esta obra motivo del presente estudio se iniciarán acciones para su restablecimiento inmediatamente después de realizar el cambio de uso de suelo, asimismo, el desmonte se realizará de forma paulatina con el propósito de que el tiempo máximo permisible sin cobertura sea de 30 días.
- Sólo se realizará el desmonte a matarrasa permanente en la totalidad del predio o rodal en estudio.
- Para reducir los efectos de erosión asociados a la remoción de la cubierta vegetal, se permitirá el establecimiento de la vegetación herbácea en las áreas desmontadas, inmediatamente después de que concluyan las labores de construcción.
- Se deberán clasificar e identificar los residuos que se generen durante el proceso de construcción. Los residuos que por sus propiedades físicas y químicas tengan

características de peligrosidad, deben manejarse y disponerse de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 y demás ordenamientos jurídicos aplicable.

Medidas de mitigación

- Se construirán 24 fajitas o cordones con geocostales de arena en la vegetación de desiertos arenosos para la obra en proyecto, con una longitud de 20 x 1 x 1.5 m cada uno y la cantidad de suelo retenido por este tipo de obras será de 12.0 toneladas cada una, distribuidas a lo largo de la obra del proyecto en las zonas de CUSTF, principalmente en las escorrentías intermitentes presentes y donde se efectuará el CUSTF. En donde se tiene una retención de suelo por un periodo de tiempo de 5 años, esto con el propósito de mitigar la erosión (anexo IX.3.H del DTU).
- Pese a que con las obras de conservación de suelos se mitiga la erosión, no solo la actual, sino hasta la que se presenta en 5 años. Adicional a lo anterior, se propone un programa de rescate y reubicación de especies de flora de importancia ecológica (anexo IX.3.F del DTU).
- Se llevará a cabo el programa de rescate de especies de flora, propuesto en el presente estudio. El cual implica el restablecimiento de los individuos retirados de la zona en la que se realizó la remoción total de la vegetación. La cantidad y listado de especies se especifica en el anexo IX.3.F del DTU.
- En caso de una situación de emergencia que requiera la reparación de un vehículo o maquinaria en el área de trabajo, se tomarán las medidas necesarias para evitar contaminar el suelo con aceites y grasas lubricantes. Todos los residuos que se generen en una situación de este tipo deben ser recogidos y llevados a un sitio autorizado para su depósito y confinamiento.

En el artículo 2, fracción XI del RLGDFS se especifica que la conservación de suelos es un conjunto de prácticas y obras para controlar los procesos de degradación de suelos y mantener su productividad; la erosión es el proceso de desprendimiento y arrastre de las partículas del suelo; al respecto, es importante notar que el área del proyecto es topográficamente sobre terrenos que en su mayoría son de pendiente plana. Por lo anterior, con base en los razonamientos y consideraciones arriba expresados, se considera que se encuentra acreditada la segunda de las hipótesis normativas

establecidas por el artículo 93, párrafo primero, de la reforma de la LGDFS, en cuanto a que, con éstos ha quedado técnicamente demostrado que, con el desarrollo del proyecto de cambio de uso de suelo en cuestión, demuestre que la erosión de los suelos se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal (no genera la erosión del suelo).

VI.1.3. Demuestre que el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal (no reduce la capacidad de captación del agua y no altera la calidad del agua).

VI.1.3.1. Análisis comparativo de la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la vegetación forestal;

Con la finalidad de demostrar la tercera hipótesis normativa establecida en el artículo 93 de la reforma de la LGDFS, referente a que con el cambio de uso de suelo no se provocará el deterioro de la calidad del agua y la disminución en la captación, se recurrió a revisar y utilizar diversas metodologías que permitieran realizar un balance hídrico. El cual se basa en las entradas y salidas al sistema hídrico, estos métodos establecen como entrada de agua al sistema, la lluvia y las salidas están definidas en la evaporación y el escurrimiento. Por lo que da por hecho que la diferencia entre la evaporación y el escurrimiento en la precipitación, es igual a la infiltración que se tiene en la zona. Sin embargo, dadas las características del área sujeta a cambio de uso de suelo y en general de la zona en donde se encuentra inmerso el proyecto, se determinó lo siguiente:

a) *Cantidad de agua que se infiltra actualmente (sin proyecto) (Escenario 1).*

Retomando los valores propuestos por la ONU, tenemos que posterior a la implementación de las obras de conservación, las variables tomaran los siguientes valores para cada tipo de vegetación (tabla VI.23):

Tabla 6.1.23. Caracterización del escenario 1.

Tipo de vegetación	<i>K_{fc}</i>	<i>K_p</i>	<i>K_v</i>	C
Vegetación de desiertos arenosos	0.20 (suelo regosol calcárico (Rc) y una textura gruesa)	0.15 (se tomó este valor debido a que la mayor parte del predio en estudio presentan pendientes de 1 a 15%)	0.20 (matorral)	0.55

Tenemos que la precipitación es una constante por lo que la infiltración quedaría determinada por la expresión:

$$I = (0.88)CP$$

Para la estimación de esta variable, se tomó el valor de precipitación media anual para lo cual en el área del predio sujeto al CUSTF, reporta una precipitación media anual de **84.8 mm**, de acuerdo con datos de las normales climatológicas publicadas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CNA), para la estación 00026087 San Luis Río Colorado (GDE), para el periodo 1951-2010.

Tabla 6.1.24. Cálculo del escenario 1.

Tipo de vegetación	Agua potencialmente se infiltraría en el área sujeta a CUSTF EN CONDICIONES ACTUALES (I)/ha	Superficie del proyecto que requiere CUSTF m ²	Cantidad de agua que potencialmente se infiltra en la superficie para la cual se solicita el CUSTF m ³	Expresado en m ³ /ha/año
Vegetación de desiertos arenosos	$I = (0.88) * 0.55 * 84.8 \text{ mm} =$ 41.043 mm	90000.00	3,693,888.00	3,693.89

a) Infiltración con proyecto (Escenario 2).

Las variables tomarían los siguientes valores:

Tabla 6.1.25. Caracterización del escenario 2.

Tipo de vegetación	<i>K_{fc}</i>	<i>K_p</i>	<i>K_v</i>	<i>C</i>
Vegetación de desiertos arenosos	0.20 (suelo regosol calcárico (Rc) y una textura gruesa)	0.15 (se tomó este valor debido a que la mayor parte del predio en estudio presentan pendientes de 1 a 15%)	0.00 (Desprovisto de vegetación)	0.35

Tenemos que la precipitación es una constante por lo que la infiltración quedaría determinada por la expresión:

$$I = (0.88)CP$$

Para la estimación de esta variable, se tomó el valor de precipitación media anual para lo cual en el área del predio sujeta al CUSTF, reporta una precipitación media anual de **84.8 mm**, de acuerdo con datos de las normales climatológicas publicadas por el

Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CNA), para la estación 00026087 San Luis Río Colorado (GDE), para el periodo 1951-2010.

Tabla 6.1.26. Cálculo del escenario 2

Tipo de vegetación	Agua potencialmente se infiltraría en el área sujeta a CUSTF EN CONDICIONES ACTUALES (I)/ha	Superficie del proyecto que requiere CUSTF m ²	Cantidad de agua que potencialmente se infiltra en la superficie para la cual se solicita el CUSTF m ³	Expresado en m ³ /ha/año
Vegetación de desiertos arenosos	$I = (0.88) * 0.35 * 84.8 \text{ mm} =$ 26.118 mm	90000.00	2,350,656.00	2,350.66

Si comparamos la cantidad de agua que actualmente se infiltra en la superficie para la cual se solicita el CUSTF y la que se infiltraría una vez que se haya ejecutado el cambio de usos de suelo, notamos una disminución de:

Tabla 6.1.27. Comparativo del escenario 1 y 2.

Tipo de vegetación	Agua potencialmente se infiltraría en el área sujeta a CUSTF EN CONDICIONES ACTUALES (I)/ha	Superficie del proyecto que requiere CUSTF m ²	Cantidad de agua que potencialmente se infiltra en la superficie para la cual se solicita el CUSTF m ³
Vegetación de desiertos arenosos	3,693.89	2,350.66	1,343.23
Total	3,693.89	2,350.66	1,343.23

Al hacer la comparación de la infiltración después del CUSTF en el tipo de vegetación antes señalado, podemos notar que se reducirá **1,343.23 m³/año (3,693.89 – 2,350.66)** de infiltración de agua en la superficie forestal del predio de la obra del proyecto en estudio, sujeta a CUSTF de la obra en estudio. Para el cual se deberán proponer medidas que lograrán mitigar la disminución de la infiltración ocasionada por la

remoción de la vegetación, esto debido a la disminución de la cobertura de vegetación herbácea y pastos en la superficie con suelo retenido.

b) Infiltración con las obras de conservación de suelos y captación de agua e infiltración (Escenario 3).

Las variables tomarían los siguientes valores:

Tabla 6.1.28. Cálculo del escenario 3.

Tipo de vegetación	INFILTRACIÓN EN CONDICIONES ACTUALES m ³ /año	INFILTRACIÓN POSTERIOR A LA EJECUCIÓN DEL CUSTF m ³ /año	Volumen de infiltración que se reducirá con el CUSTF m ³ /año
Vegetación de desiertos arenosos	3,693.89	2,350.66	1,343.23

Al hacer la comparación de la infiltración después de la implementación de la obra de conservación de suelos con lo que se infiltraría con la posible ejecución del CUSTF (**1,343.23 m³/año**), este es el volumen que se deberá mitigar con la implementación de las medidas de mitigación propuestas.

En base a lo anterior como medida de mitigación principal del proyecto en estudio es la construcción de zanjas bordo de 20 m de largo, 0.5 m de ancho y 0.5 m de profundo (captarán **5 m³/año** cada una) y el número de eventos de lluvia al año, para el periodo 1951-2010 son **11.90**, de acuerdo con datos de las normales climatológicas publicadas por el servicio meteorológico nacional (SMN-CNA), para la estación meteorológica 00026087 San Luis Río Colorado (GDE).

Por lo que calculando la capacidad de campo del tipo de suelo y las condiciones topográficas del área propuesta para dichas obras de captación e infiltración, se estima colocar **2.0** zanjas bordo por hectárea como máximo.

Considerando que para esta zona de requieren **2.0 zanjas bordo** por evento por hectárea y que hay **11.9 eventos** de lluvia al año del área propuesta a realizar obras de infiltración, la cual se ubicará en el tramo de la estación meteorológica 00003143 Las Palmas, se calcula que una hectárea logrará captar o infiltrar:

$\text{Vol} = \text{No zanjas/ha} \times \text{No eventos/año} \times \text{vol captado/zanjas} = \text{vol. Captación/año/ha}$

$\text{Vol} = 2.0 \times 11.9 \times 5.0$

Vol = 119.0 m³/año/ha

Considerando al volumen actual que se infiltra para la CCI Parque Industrial = 3,693.89 m³/año, menos el volumen que se infiltrará posterior a la posible ejecución del CUSTF para la CCI Parque Industrial = 2,350.66 m³/año, resulta una demasía o diferencia de volumen de infiltración que se reducirá con el posible CUSTF m³/año de aproximadamente **1,343.23 m³/año**, volumen que deberá ser mitigado al 100%.

Por lo que se requerirá una superficie de aproximadamente **3.0 ha**, en las cuales se construirán **6.0 zanjas** bordo la cuales logran captar e infiltrar aproximadamente **19.40 m³/año por evento**, que multiplicado por los **11.90 eventos al año**, se logrará captar **1,385.16 m³/año en las 3.0 ha propuestas.**

El cual se refleja en el escenario 3 en donde comparado con la condición posterior al posible CUSTF (con proyecto) habrá un incremento real y final de infiltración de **41.93 m³/año (1,343.23 – 1,385.16 m³/año)**, el cual es minimizado al 100% con estas obras de captación de agua e infiltración propuestas para este proyecto.

Por lo que se concluye que el desarrollo del proyecto **No disminuye la Captación del agua**, siempre y cuando se establezcan de manera adecuada y oportuna las medidas propuestas.

Como se aprecia, el valor de la infiltración potencial con las obras de conservación es mayor incluso al actual, situación entendible pues es bien sabido que las áreas con vegetación herbácea con coberturas de hasta 100%, tienen una mayor capacidad de infiltración que las áreas boscosas, pues en las áreas con dominancia de cobertura

arbustiva, al saturarse el estrato dominante, las gotas caen con fuerza al suelo hasta formar pequeños pero constantes hilos de agua que escurren aguas abajo.

En relación con la calidad del agua, los argumentos que muestran que no se compromete este atributo del recurso se sustentan en los siguientes hechos:

- ☞ El desarrollo del proyecto no contempla dentro de su proceso constructivo el uso de sustancias químicas que pudieran en su caso, modificar las propiedades fisicoquímicas y biológicas del recurso.
- ☞ No se plantea la construcción de estructuras de soporte sobre los afluentes ni cerca de las riberas de los mismos.
- ☞ Se mantendrá un estricto programa de manejo de residuos sólidos a fin de evitar que la basura que se genere en los diferentes frentes de trabajo.

Tales consideraciones, garantizan la no modificación de la calidad del recurso hídrico en el área del proyecto. Bajo los argumentos anteriores, puede señalarse que el proyecto **no causa el deterioro de la cantidad y calidad del agua**.

6.1.3 DEMUESTRE QUE EL DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA O LA DISMINUCIÓN EN SU CAPTACIÓN SE MITIGUEN EN LAS ÁREAS AFECTADAS POR LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN FORESTAL (NO REDUCE LA CAPACIDAD DE CAPTACIÓN DEL AGUA Y NO ALTERA LA CALIDAD DEL AGUA)

a) Condiciones actuales

El Gobierno del Estado Sonora menciona que la calidad del agua en la cuenca donde se ubica el proyecto No presenta problemas de contaminación y que la falta de infraestructura para el tratamiento de aguas residuales agrava el problema, encontrándose en un nivel aceptable y requiere de tratamiento dependiendo del uso al que se destine (SEMARNAT, 2010).

Englobando en términos generales las principales actividades que causan un deterioro a la calidad del agua en el área de estudio, ésta queda bien definida en las descargas de aguas residuales municipales, en segundo lugar, la industrial preferentemente y por último las actividades agropecuarias (uso de pesticidas y fertilizantes).

b) Nivel de afectación o interacción del proyecto con agua

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B-REGIONAL

Por las características y naturaleza del proyecto, si se emplearán sustancias químicas tóxicas en ninguna actividad que comprometa los estados físicos, químicos o biológicos que presenta actualmente el agua en el área, durante la ejecución del CUSTF de la obra del proyecto.

Sin embargó, el abastecimiento del agua cruda y potable para procesos y personal, respectivamente, serán de fuentes autorizadas; para lo cual se deberá contar con la documentación que así lo acredite, además el suministro del agua purificada (consumo humano) será a través de garrafones procedentes de comercios locales y se aprovechara el agua cruda negra proveniente de las descargas municipales para cubrir los requerimientos de operación del Proyecto.

Uno de los principales agentes que pudieran modificar la calidad del agua superficial localizada aguas abajo del proyecto, serán los sedimentos, los que se prevén pudieran incrementarse derivado del aumento del escurrimiento superficial como consecuencia de la eliminación de la vegetación.

Por otro lado, de acuerdo con el resultado del análisis del contenido del DTU de este proyecto se concluye:

Es procedente destacar que dentro del área de estudio, durante la ejecución del proyecto no se tiene contemplada la utilización o aprovechamiento de los recursos bióticos, tal es el caso de flora y fauna; y no habrá formación de canales que pudiera modificar el régimen hidrológico o interferir en los patrones de recarga de acuíferos o balance hídrico, ya que esta obra no considera el consumo de agua proveniente de corrientes superficiales, el agua necesaria para la construcción se obtendrá de fuentes previamente autorizadas, los residuos domésticos e industriales serán tratados conforme a la normatividad aplicable, por lo que tampoco habrá contaminación del agua que se pudiera infiltrar.

Con relación a la calidad del agua, reiteramos que, dada la naturaleza de la obra se aprovechara el agua cruda negra proveniente de las descargas municipales para cubrir los requerimientos de operación del Proyecto, y no existen cuerpos de agua cercanos al proyecto, descartando, por tanto, modificar sus propiedades físicas, químicas o biológicas. Asimismo, el proceso constructivo no implica el uso de sustancias químicas que pudieran alterar la calidad de este recurso.

Por su parte, la generación de residuos sólidos pudiera en su caso, ser una causa de alteración a la calidad del agua, es por ello, que en el programa de medidas se prevé acciones encaminadas al manejo adecuado de dichos residuos, buscando evitar su disposición en barrancas o cauces intermitentes.

Esta medida se implementará desde el inicio, y hasta el final de la obra del proyecto. Con una periodicidad diaria, los residuos que se generen deberán levantarse de los diferentes frentes de trabajo, se concentrarán en los almacenes o campamentos y finalmente se dispondrán en los sitios que la autoridad municipal disponga para los mismos. Para la disposición final de los residuos, será necesario contar con la autorización de la autoridad municipal.

Los argumentos antes citados, permiten señalar que el desarrollo de las obras **demuestre que el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal (no reduce la capacidad de captación del agua y no altera la calidad del agua)**, atendiendo así, el precepto de excepción que refiere a este concepto, el artículo 93 de la reforma de la LGDFS.

Medidas de prevención y mitigación:

Prevención

- Se impartirá una plática para sensibilizar al personal que laborará en la construcción y ejecución del CUSTF de la obra en estudio a fin de evitar o disminuir daños a la flora y a la fauna en general. Dicha sensibilización se realizará creando y difundiendo información relativa a las medidas de protección ambiental que deberán observar durante su participación en la obra. Para lo anterior, se establecerán reglamentaciones por parte del licitante ganador (supervisadas por la promovente) que eviten cualquier afectación derivada de las actividades del personal, en el anexo IX.3.D del DTU se presenta el programa de educación ambiental (pláticas) que se realizarán para cumplir todos estos aspectos señalados.
- Se realizará una plática de concienciación al personal para el manejo y disposición de residuos derivados del desmonte.

- Se utilizarán vías de acceso ya existentes, para evitar la apertura de caminos fuera de la construcción y ejecución del CUSTF de la obra en estudio a fin de reducir en lo posible los impactos que esto conlleva.
- El material producto de los despalmes se colocará en sitios donde el suelo removido no sufra arrastres por agentes físicos y climáticos, para posteriormente ponerlo a disposición del municipio.
- La empresa contratista deberá llevar consigo contenedores de basura para su utilización temporal, y deberá retirarlos a los sitios indicados por la autoridad municipal correspondiente (anexo IX.3.C del DTU).
- La basura de tipo doméstico generada por los trabajadores será colectada al final de cada jornada en bolsas de plástico y puesta a disposición de las autoridades municipales para su disposición final (anexo IX.3.C del DTU).
- La maquinaria se mantendrá en buen estado, con el fin de evitar el derrame de lubricantes o combustibles que puedan dañar al suelo, agua, viento, flora y fauna del área.
- El mantenimiento y lavado de maquinaria, equipo y vehículos deberá efectuarse en áreas de servicio preestablecidas. No se permitirá que estas acciones se efectúen en el área de trabajo o en las cercanías de cuerpos de agua.
- No se realizará el depósito, manejo de combustibles y derivados del petróleo o cualquier otro líquido calificado como contaminante dentro de las áreas sujetas a cambio de uso de suelo.
- Se prohíbe la descarga de aguas residuales en el área sujeta a cambio de uso de suelo, por lo que el contratista deberá de implementar un programa de colecta y manejo de las aguas residuales que impliquen las actividades de cambio de uso de suelo.
- Durante la realización de las actividades de cambio de uso de suelo, se colocará un sanitario portátil por cada 15 personas de ser posible. Esto con la finalidad de mantener un estricto control de los residuos fisiológicos y evitar las evacuaciones al aire libre, y que estas se filtren, posteriormente los residuos deberán ser trasladados a los sitios donde indique la autoridad local. Para lo cual, deberá contratarse a una empresa especializada y autorizada para el manejo y disposición de los mismos.
- Se deberán clasificar e identificar los residuos que se generen durante el proceso de construcción. Los residuos que por sus propiedades físicas y químicas tengan características de peligrosidad, deben manejarse y disponerse de acuerdo con lo

establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 y demás ordenamientos jurídicos aplicable.

Medidas de mitigación

- Establecimiento de 24 fajitas o cordones de geocostales de arena para el proyecto en estudio siguiendo las curvas a nivel, y se propone la realización de 06 zanjas bordo con una longitud de 20 m cada uno. Estos se establecerán en un predio aun costado donde se efectuará el CUSTF, ver anexo IX.3.H del DTU.
- Realizar supervisión constante en la elaboración de las actividades encaminadas a la restauración.
- Los residuos que por sus propiedades físicas y químicas tengan características de peligrosidad, deben manejarse y disponerse de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 y demás ordenamientos jurídicos aplicables.
- Se realizará desrame, picado y dispersión del arbolado para facilitar su integración al suelo para su posterior utilización como materia para las áreas adyacentes al predio.
- Para mitigar el efecto que se tendrá por las actividades de la construcción y ejecución del CUSTF de la obra en estudio, se ejecutará un programa específico de protección y conservación de flora y fauna silvestres, especialmente para aquellas especies en riesgo que se encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010, previo a las etapas de preparación del sitio y construcción de la obra, ver anexo IX.3.E del DTU.
- Durante la realización de las actividades de cambio de uso de suelo se colocará un sanitario portátil por cada 15 personas de ser posible, esto con la finalidad de mantener un estricto control de los residuos fisiológicos y evitar las evacuaciones al aire libre, y que estas se filtren, posteriormente los residuos deberán ser trasladados a los sitios donde indique la autoridad local, para lo cual deberá contratarse a una empresa especializada y autorizada para el manejo y disposición de los mismos.

Bajo los argumentos anteriores, puede señalarse que la obra del proyecto en estudio **demuestre que el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación**

forestal (no reduce la capacidad de captación del agua y no altera la calidad del agua).

Por lo anterior, con base en las consideraciones arriba expresadas, se concluye que, con el desarrollo de la obra del proyecto de cambio de uso de suelo en cuestión, no se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación. Por lo cual este servicio ambiental no se ve afectado en su calidad dentro del ecosistema, por lo cual se asume que la aplicación de medidas de protección y control vendrá a mantener en armonía el flujo y balance del recurso agua en la zona del proyecto.

Con la información antes señalada se concluye que no afectaran los cruces de los cauces, corrientes y cuerpos de agua de carácter permanente ya que no existen en el área del proyecto. Del mismo modo, se manifiesta que la obra del proyecto no contribuye en la disminución del agua en calidad y cantidad, debido a que la capacidad del proyecto para la captación de agua de lluvia no se verá modificada, considerando la característica del suelo. Con respecto a la calidad del agua, la obra aprovechará el agua cruda negra proveniente de las descargas municipales para cubrir los requerimientos de operación del Proyecto, por lo que no se verá afectada.

Por lo anterior, con base en las consideraciones arriba expresadas, se estima que se encuentra acreditada la tercera de las hipótesis normativas que establece el artículo 93, párrafo primero, de la reforma de la LGDFS, en cuanto que con éstos ha quedado técnicamente demostrado que, con el desarrollo de la obra del proyecto de cambio de uso de suelo en cuestión, **DEMUESTRE QUE EL DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA O LA DISMINUCIÓN EN SU CAPTACIÓN SE MITIGUEN EN LAS ÁREAS AFECTADAS POR LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN FORESTAL (NO REDUCE LA CAPACIDAD DE CAPTACIÓN DEL AGUA Y NO ALTERA LA CALIDAD DEL AGUA).**

6.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Que el nuevo uso es más productivo a largo plazo, tomando como base el uso actual, incluyendo la derrama económica y social por la venta de productos o servicios hacia los beneficiarios o involucrados directos en el proyecto;

El presente análisis se desarrolla con base en lo establecido en los Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, Sección II, Numeral 2, Fracciones III y IV, relacionado con **Otros Programas de Inversión y Estudios de Preinversión**, que de conformidad con las Reformas a la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal deberán observar el procedimiento previsto en el Artículo 34 de dicho ordenamiento legal a efecto de programar los recursos destinados a programas y proyectos de inversión; así mismo, deberán justificar que los programas y proyectos de inversión que promuevan, guardan congruencia con los objetivos nacionales, estrategias y prioridades contenidas en el Plan Nacional de Desarrollo, así como, en los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales que de él se desprendan, y que los mismos se apegan a las disposiciones aplicables.

En tal sentido el proyecto cumple con lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo, presentado por La Presidencia de La República, donde la Constitución ordena al Estado mexicano velar por la estabilidad de las finanzas públicas y del sistema financiero; planificar, conducir, coordinar y orientar la economía; regular y fomentar las actividades económicas y "organizar un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, competitividad, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación". Para este propósito, la Carta Magna faculta al Ejecutivo Federal para establecer "los procedimientos de participación y consulta popular en el sistema nacional de planeación democrática, y los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del plan y los programas de desarrollo". El Plan Nacional de Desarrollo (PND) es, en esta perspectiva, un instrumento para enunciar los problemas nacionales y enumerar las soluciones en una proyección sexenal.

Tenemos ante el mundo la responsabilidad de construir una propuesta posneoliberal y de convertirla en un modelo viable de desarrollo económico, ordenamiento político y convivencia entre los sectores sociales. Debemos demostrar que sin autoritarismo es posible imprimir un rumbo nacional; que la modernidad puede ser forjada desde abajo y sin excluir a nadie y que el desarrollo no tiene porqué ser contrario a la justicia social. Tales son los lineamientos en los que se enmarca el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.

La energía eléctrica se ha convertido en un elemento indispensable para prácticamente todas las actividades de la vida moderna. Por ello, su suministro con la calidad requerida y a precios competitivos, permitirá atraer mayores inversiones, contribuyendo así a la generación de empleos en la economía.

El suministro de energía eléctrica, eficaz y oportuno, es el motor que mueve a la mayoría de los trabajos de transformación, lo que se ve reflejado a su vez, en la productividad de las macros y micros empresas de la región, y en consecuencia en el fortalecimiento de la economía de los municipios demandantes de dicha energía eléctrica. El plan de desarrollo del estado de Sonora, contempla dotar, fomentar y promover el equipo urbano en las zonas, centros y desarrollos comerciales e industriales y en las áreas donde inversionistas tanto nacionales como extranjeros han creado diversas industrias las cuales traerán, como resultado un mayor derrame económico para el estado, así como la creación de empleos, con los cuales se suministrará energía al menor costo y a largo plazo, lo cual favorecerá a los habitantes y empresas de la zona y sus alrededores, por lo tanto la CFE requiere la construcción de varias obras de infraestructura eléctrica, entre estas se encuentra la CCI en estudio.

El PRODESEN contiene la planeación del Sistema Eléctrico Nacional que reúne los elementos relevantes del Programa Indicativo para la Instalación y Retiro de Centrales Eléctricas (PIIRCE), así como los programas de ampliación y modernización de la Red Nacional de Transmisión (PAMRNT) y de las Redes Generales de Distribución (PAMRGD). Asimismo, es la base fundamental para definir los proyectos que los Transportistas y Distribuidores llevaran a cabo previa instrucción de la SENER. Los programas serán elaborados anualmente y tendrán una proyección de quince años. Con base en el Capítulo I de la Ley de la Industria Eléctrica (LIE) relacionado a la Planeación y el Control del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) en su artículo 14 que se refiere al Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) y a los programas de ampliación y modernización para los elementos de las Redes Generales de Distribución (RGD) que no correspondan al Mercado Eléctrico Mayorista y que serán autorizados por la Secretaría de Energía (SENER) a propuesta de los Distribuidores interesados, escuchando la opinión que, en su caso, emita la CRE, dichos programas se desarrollarán bajo los siguientes principios:

- I. Procurarán la operación del Sistema Eléctrico Nacional en condiciones de eficiencia, Calidad, Confiabilidad, Continuidad, seguridad y sustentabilidad;
- II. Incluirán los elementos de la Red Eléctrica Inteligente que reduzcan el costo total de provisión del Suministro Eléctrico o eleven la eficiencia, Confiabilidad, Calidad o seguridad del Sistema Eléctrico Nacional de forma económicamente viable;
- III. Se coordinarán con los programas promovidos por el Fondo de Servicio Universal Eléctrico, y
- IV. Incorporarán mecanismos para conocer la opinión de los Participantes del Mercado y de los interesados en desarrollar proyectos de infraestructura eléctrica.

Asimismo, y atendiendo artículo 5 del Capítulo II del Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica (RLIE) el cual indica que para la elaboración del PRODESEN se deberá considerar al menos:

- I. Los pronósticos de la demanda eléctrica y los precios de los insumos primarios de la Industria Eléctrica;
- II. La coordinación de los programas indicativos para la instalación y retiro de Centrales Eléctricas con el desarrollo de los programas de ampliación y modernización de la Red Nacional de Transmisión y las Redes Generales de Distribución;
- III. La política de Confiabilidad establecida por la Secretaría;
- IV. Los programas indicativos para la instalación y retiro de Centrales Eléctricas que prevea la infraestructura necesaria para asegurar la Confiabilidad del Sistema Eléctrico Nacional;
- V. La coordinación con la planeación del programa de expansión de la red nacional de gasoductos y los mecanismos de promoción de las Energías Limpias, y
- VI. El análisis costo beneficio integral de las distintas alternativas de ampliación y modernización de la Red Nacional de Transmisión y las Redes Generales de Distribución.

Finalmente, y en cumplimiento al artículo 9, fracciones I y II del RLIE:

- I. Los programas serán elaborados anualmente y tendrán una proyección de quince años;

II. El Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) o los Distribuidores, según corresponda en términos del artículo 14 de la Ley, propondrán a la Secretaría y a la Comisión Reguladora de Energía (CRE) los programas dentro del mes de febrero de cada año, sin perjuicio de que podrá presentar programas especiales en otros meses a fin de adelantar el inicio de proyectos prioritarios.

Con fundamento en los artículos y fracciones referidas, la Empresa Productiva Subsidiaria (EPS) de Distribución de la CFE, presenta su Programa de Ampliación y Modernización (PAM) de las Redes Generales de Distribución para que se incorporen los aspectos relevantes en el PRODESEN. El programa atiende las necesidades de los procesos sustantivos de la distribución de energía eléctrica en lo referente a infraestructura eléctrica.

Asimismo, se degradará la calidad del suministro de energía eléctrica, tanto en estado normal de operación como bajo contingencias, dando como resultado una operación poco confiable con una baja flexibilidad operativa. En caso de que CFE no cuente con los recursos necesarios para realizar obras provisionales, realizará cortes de carga en los períodos que sea necesario para salvaguardar la integridad del sistema y no podrá atender nuevos usuarios. Esto representaría un freno a la economía de las regiones donde se ubicarían las obras, una reducción en los ingresos de CFE por ventas de energía, restricciones en el sistema, baja confiabilidad y un incremento en el costo de explotación. Los beneficios, como son: empleo, bienestar y satisfacción de los servicios que proporciona el proyecto en su área de influencia, la electrificación de nuestro país es uno de los retos que el gobierno federal ha emprendido, por ello la Comisión Federal de Electricidad trata de satisfacer más eficiente y oportunamente la demanda de energía eléctrica en todas las regiones del país a través de líneas de alta tensión y subestaciones eléctricas.

Para poder llevar a cabo una correcta identificación de los factores sociales y económicos, que puedan catalogarse como beneficiosos en la construcción de un proyecto de infraestructura, la estrategia óptima es no separar estos rubros dado que es precisamente la derrama económica del proyecto la que aporta más elementos para su relevancia social. Ahora bien; por principio debemos considerar que un proyecto de infraestructura no es un ente aislado cuya influencia se circunscribe a un solo espacio y a un solo periodo de tiempo, si bien es cierto, gran parte de la influencia del proyecto se genera a partir del proceso de

construcción, también existen procesos previos y posteriores donde consecuentemente también se genera una influencia, así el análisis social y económico del caso concreto del proyecto en estudio, no es la excepción de este planteamiento.

Se Identifican y señalan los beneficios sociales del proyecto que se darán en el ámbito local, regional o nacional. Con la finalidad de tener elementos de evaluación que justifiquen la implementación de este, además, se indican las consecuencias si éste no fuera llevado a cabo.

Objetivo del Proyecto

- Satisfacer la demanda incremental del área en estudio, así mismo, mejorar el índice de pérdidas técnicas de energía y el porcentaje de regulación,
- Mejorar el indicador de TIU, al disminuir el número de clientes por circuito, además de la reducción de demandas en circuitos,
- Restablecer el sistema eléctrico oportunamente en caso de fallas o contingencias, así como reforzar la Red Nacional de Distribución, además como la confiabilidad del sistema.

Las condiciones sociales son favorables para el desarrollo del Proyecto. Hay conocimiento previo entre los pobladores en el área de estudio sobre el Proyecto, lo que ha generado expectativas positivas para ellos de construirse. Aunado a eso, no existen antecedentes de participación social en la región que haya presentado una actitud negativa hacia proyectos de CFE.

Por otro lado, se cuenta con apoyo de la admón. Municipal, sin embargo, en caso de posponer el desarrollo del Proyecto, se debe tener en cuenta que el año 2021 se llevará acabo las próximas elecciones estatales y municipales en Sonora, proceso que pudiera demorar el desarrollo del Proyecto por el cambio de administración.

Nivel de aceptación del proyecto.

Una forma frecuente de identificar posibles situaciones sociales problemáticas que vengan a situar en riesgo el desarrollo del Proyecto es el reconocimiento o aceptación del mismo en la población circundante. Para ello, el equipo evaluador a través de

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B-REGIONAL

técnicas de investigación como la observación, la entrevista y el sondeo tuvieron acercamientos con habitantes, población en general y autoridades para entender la forma en la que perciben del desarrollo del Proyecto.

En cuanto a las autoridades se tuvo acercamiento con los lugareños cercanos al proyecto. Por lo que declararon no tener inconveniente alguno para que se realice el Proyecto. Sin embargo, señalaron que se deberá cumplir con la legalidad de los trámites administrativos necesarios relacionados con los permisos de construcción.

Los resultados señalan que la población no tiene o percibe inconvenientes por el desarrollo del Proyecto. El proyecto no afectará en nada las actividades diarias como trabajar, descansar, esparcimiento o las actividades del hogar, tampoco pone en riesgo a niños, estudiantes o personas adultas de la tercera edad. Por otro lado, la población señala que prácticamente las consecuencias son la generación de polvo y ruido, la circulación de vehículos y maquinaria y generación de residuos, sin embargo, están conscientes que difícilmente afectarán sus actividades diarias pues el Proyecto no intercepta con ninguna localidad.

Finalmente, es importante destacar que, durante los trabajos previos, visitas técnicas, elaboración de estudios sociales y ambientales no se tuvo inconveniente alguno. Al contrario, distintos ejidatarios proponían que el Proyecto tendrá grandes beneficios a la zona. En ese sentido, y teniendo en cuenta los resultados de entrevistas, se puede decir que el Proyecto no presenta al momento del estudio dificultades sociales para llevarse a cabo.

La información disponible también revela la existencia de un estrecho vínculo entre el producto generado por la economía municipal y el grado de desarrollo humano. Este vínculo está generado por las políticas económicas y sociales, las cuales determinan el grado de eficiencia con el que se logra transformar el producto y los ingresos económicos en desarrollo humano, capacidades y bienestar. Es decir, el Índice de PIB *per cápita*, da una visión aproximada de la calidad de vida de la población.

En resumen, la calidad de vida de los habitantes se encuentra en un nivel aceptable, sin embargo, es necesario el desarrollo de nuevas fuentes de ingreso que permitan a la sociedad impulsar la creación de nueva infraestructura en salud, educación y servicios que conlleven a incrementar el nivel de vida de la población al ampliar las

oportunidades de empleo, acceso a servicios, aumento en los ingresos y a fomentar la inversión en la región.

La situación expuesta sugiere que el proyecto es necesario ya que al acceder a la electricidad se pueden ampliar las actividades productivas y mejorar las condiciones de salud, educación y vida cotidiana, entre otras, con lo que se contribuirá a evitar la emigración definitiva de los pobladores, y por tanto se favorecerá de forma muy importante a la preservación de la economía local y regional.

Una vez analizados todos los argumentos técnicos, económicos, sociales y ambientales, se puede concluir que el proyecto no incrementa de manera sustancial los impactos generados con anterioridad por las actividades antrópicas que se han desarrollado por décadas en la región, por lo que no se compromete la biodiversidad, no se provoca mayor erosión a la actual y no se disminuyen la captación ni la calidad del agua.

Por lo cual se concluye que el aspecto social resultante de la actividad de cambio de Uso de Suelo en el predio y la construcción y operación del proyecto beneficiará directamente a la región de San Luis Río Colorado garantizando un suministro confiable de energía eléctrica con calidad y continuidad. Durante la etapa de construcción se crearán empleos temporales presentándose una derrama económica de importancia en la región, una vez en operación con el proyecto será factible atender nuevas solicitudes de servicio, motivando nuevas oportunidades de crecimiento en la economía y desarrollo de la ciudad, así como fuentes de empleo permanentes., por lo que se considera viable y justificada la **AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.**



CAPÍTULO VII

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Contenido

7. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	2
7.1. Descripción de las medidas de prevención y mitigación.	2
7.2 Descripción de las medidas específicas de los cuatro componentes que se serán mayormente afectados con el desmante o CUSTF	26
7.2.1 Vegetación.....	26
7.2.2 Fauna	29
7.2.3 Suelo	33
7.2.4 Agua.....	36
7.3 PROGRAMAS AMBIENTALES PROPUESTOS.....	38
7.3.1 Programa específico de protección y conservación de flora y fauna silvestre	38
7.3.2 Programa de Manejo o rescate de flora silvestre y programa de rescate de fauna	39
7.3.3 Programa de conservación de suelos.....	41
7.3.4 Programa específico de residuos sólidos no peligrosos.....	42
7.3.5 Programa de educación ambiental (pláticas).....	42
7.4 Medidas de la etapa de abandono del sitio del proyecto	48
7.5 Señalamiento de las medidas de seguridad y preventivas en materia ambiental.....	48
7.5.1 Sistemas de seguridad.....	48
7.5.2 Programa de seguridad e inspección	53
7.6. Impactos residuales.....	56
7.7. Seguimiento y control (monitoreo) – VER CAPÍTULO V - DTU	56
7.7.1 Indicadores para medir el cumplimiento y éxito de las medidas ambientales.....	57
7.7.2 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas.....	65
7.8 Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo.	66
7.9. Costo de las actividades de restauración	66
7.9.1. Estimación del costo de las actividades de reforestación	66
7.9.2. Estimación del costo de las actividades de conservación de suelo y agua.....	67
7.10. Costo de las actividades de mantenimiento	69
7.11. Costo total de las actividades de restauración.....	71

7. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

7.1. Descripción de las medidas de prevención y mitigación.

El objetivo de las medidas de mitigación del proyecto, es el de prevenir, reducir o compensar los impactos ambientales significativos adversos identificados.

En cumplimiento de la legislación en materia ambiental se deberá contribuir a obtener una mejor integración del proyecto con el ambiente, por lo que deberá considerarse que:

- Las medidas de prevención, reducción, compensación, remediación o rehabilitación son propuestas con base en los impactos significativos.
- La ejecución de las medidas propuestas puede aplicarse antes, durante y después de la obra.
- La supervisión de la acción u obra es un procedimiento de verificación para el cumplimiento de las medidas de mitigación.

Las medidas de mitigación son el resultado de la incorporación de las disposiciones de protección ambiental para el desarrollo del proyecto y de la consideración de las mismas establecidas en la normatividad ambiental mexicana vigente. Por lo que debe entenderse como medidas preventivas, de reducción o mitigación y de compensación lo siguiente:

Medidas de prevención. Es un conjunto de disposiciones que tienen como finalidad anticiparse a las posibles modificaciones que pudieran registrarse por la realización de una o varias actividades del proyecto, a fin de evitar el deterioro del ambiente. Las medidas preventivas tienen como finalidad anticiparse a las posibles modificaciones que pudieran registrarse debido a la realización de la o las actividades en cualquiera de las etapas en las que se divide la ejecución del proyecto. En estas se plasma las consideraciones ambientales desde el diseño del proyecto u obra y su forma de ejecución a fin de evitar o en su caso disminuir los impactos ambientales provocados. En la premisa de que siempre es mejor no producir impactos que remediarlos cuando llega a suponerse una remediación, por ello las medidas preventivas son el grupo más importante aquí considerado.

Medidas de mitigación. Conjunto de acciones tendientes a reducir o disminuir los impactos ambientales adversos manifestados, aún y con la aplicación de las medidas preventivas. La aplicación de las medidas de mitigación o reducción pretende amortizar o disminuir los impactos adversos manifestados aun y con la aplicación de medidas

preventivas. Los impactos que por lo general requieren de este tipo de medidas son aquellos que inevitablemente se generarán. Como por ejemplo durante el desmonte de la vegetación, la afectación a las cactáceas de difícil regeneración puede ser mitigable al realizar un rescate y reubicación de éstos previo al desmonte. Cabe hacer mención que en el sitio donde se desarrollará el proyecto existe vegetación de desiertos arenosos.

Medidas de restauración. También denominadas como de rehabilitación o de corrección aunque el sentido estricto del término es un tanto diferente. Este tipo de medida tiene como propósito recuperar, rescatar o restituir aquel componente ambiental, que no pudo ser evitado desde el diseño del proyecto y por tanto será modificado o alterado de sus condiciones actuales. El momento indicado para la aplicación de las medidas de restauración es inmediatamente después de terminadas las actividades que propiciaron la modificación o alteración del o los componentes o factores del medio y previamente evaluadas las condiciones reales en que queda el sitio una vez ejecutada la obra o la etapa.

Medidas de compensación. Son aquellas actividades que pretenden retribuir o resarcir el impacto ambiental que el proyecto ocasionará, generalmente estas actividades no se realizan en el sitio en donde se causa el impacto. Las medidas de compensación pretenden equilibrar el daño provocado irremediablemente a través de obras, acciones o remuneraciones al ambiente, personas o sociedad en general, donde en el caso de las acciones, éstas se realicen preferentemente en el área de influencia del proyecto, por ejemplo, la restauración de una superficie igual a la desmontada permanentemente por el proyecto en otras áreas adyacentes.

Las medidas preventivas, mitigables y de compensación con el factor ambiental sobre el que se actúa, se ordenan (tabla VII.1. 1 a 23) en función de la forma de ser implementadas.

Tabla VII.1. (1) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante el desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acción	Factor afectado	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación y/o de compensación
Preparación del sitio	Desmante del predio sujeto a CUSTF	Suelo	Alteración física del suelo y procesos erosivos a causa de la obra.	Delimitar con precisión y anticipación las zonas que requieren estar libres de vegetación sin exceder el área destinada.	<p>Humedecer el suelo en presencia de corrientes de aire que induzcan pérdida de suelo por erosión eólica.</p> <p>Mantener el suelo el menor tiempo posible sin cubierta de vegetación.</p> <p>Evitar la mezcla de suelos con distintas propiedades para no perder su calidad.</p>	Fajitas o cordones de material vegetal muerto.

Tabla VII.1 (2) Medidas de mitigación para prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante el desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación
Preparación del sitio	Desmante del predio sujeto a CUSTF	Vegetación	Retiro de la cobertura vegetal	<p>Capacitar al personal en actividades de desmante con procedimientos de bajo impacto</p> <p>Capacitar al personal sobre el cuidado de la flora, con especial atención en las especies listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>El hallazgo de algún ejemplar protegido por la norma deberá se comunicado a personal técnico capacitado para su manejo.</p>	<p>No se utilizarán sustancias químicas o quemas para el desmante. El desmante y despalme será manual para reducir el impacto generado y posteriormente se utilizará maquinaria.</p> <p>Coordinar actividades de rescate y rehabilitación para rescatar y replantar individuos. Se procederá a su cuidadosa extracción para su traslado fuera de la zona de afectación.</p> <p>Identificar y hacer inventario de los individuos que serán rescatados, especialmente los que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y cumplir con los requerimientos para su conservación y replantación asegurando su sobrevivencia.</p>	Reubicación y rescate de especies.

Tabla VII.1 (3) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante el desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación
Preparación del sitio	Desmante del predio sujeto a CUSTF	Fauna	La distribución de la fauna local por la alteración de hábitat.	<p>Capacitar al personal sobre la normatividad, respeto y manejo de la fauna silvestre</p> <p>Determinar la fauna presente en el área, identificar las áreas de anidación y territorios de refugio para protegerlos y minimizar el impacto, con énfasis en especies bajo alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>	<p>Coordinar actividades de rescate y rehabilitación del entorno para mantener individuos en zonas seguras.</p> <p>En el caso de que algún ejemplar se encuentre en riesgo, éste deberá de ser colocado cuidadosamente fuera de la zona de afectación y en su hábitat natural.</p>	Reubicación y rescate de especies.

Tabla VII.1 (4) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante el desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación
Preparación del sitio	Desmante del predio sujeto a CUSTF	Paisaje	Afectación en la calidad estético-paisajista.	Delimitar las áreas mínimas necesarias de desmante incluyendo un procedimiento de tratamiento de los residuos vegetales.	Coordinar labores de desmante con un tratamiento compatible de residuos orgánicos y manejo de residuos sólidos, garantizando la calidad del paisaje.	Se aplicará un esquema de manejo Y respetando la demás vegetación que no interfiera con la construcción y operación de la obra.

Tabla VII.1 (5) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante el desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación
Preparación del sitio	Desmante del predio sujeto a CUSTF	Sociales y económicos	<p>Incremento de ingresos para la localidad por contrataciones temporales.</p> <p>Aumento en la calidad de vida del personal contratado.</p>	<p>La contratación de personal preferentemente será de la localidad o región.</p> <p>Programas de capacitación de personal.</p> <p>Capacitar al personal sobre la identidad regional, tradiciones y costumbres para que mantengan una relación de respeto y fortalecimiento regional.</p>	La contratación del personal eventual será preferentemente de localidades cercanas o de la región del proyecto.	La compra de insumos, materiales y servicios de alimentación y hospedaje se realizará en la localidad para incrementar el beneficio económico.

Tabla VII.1 (6) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante el desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación y/o de compensación
Preparación del sitio	Desmante del predio sujeto a CUSTF	Patrón de drenaje (escurrimiento superficial)	Cambio en el patrón de drenaje del escurrimiento superficial	Respetando la demás vegetación que no interfiera con la construcción y operación de la obra y para el caso del predio del proyecto, la obra tendrá alcantarillas, áreas de escurrimiento y captación de agua fluvial (zonas con grava).	Se colocación de obras de drenaje propias de la futura Central de Combustión Interno (CCI) Parque Industrial	Fajitas o cordones de material vegetal muerto.

Tabla VII.1 (7) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante el desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acción	Factor afectado	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación y/o de compensación
Construcción: obra civil y electromecánica	Excavaciones (Caseta de Control, Trinchera, Barda Perimetral, Área de instalación de motogeneradores y subestación, entre otros equipos)	Suelo	Alteración física del suelo y procesos erosivos a causa de la obra.	Delimitar con precisión y anticipación las zonas que requieren estar libres de vegetación sin exceder el área destinada.	<p>Humedecer el suelo en presencia de corrientes de aire que induzcan pérdida de suelo por erosión eólica.</p> <p>Mantener el suelo el menor tiempo posible sin cubierta de vegetación.</p> <p>Evitar la mezcla de suelos con distintas propiedades para no perder su calidad.</p>	Se construirán Fajitas o cordones de material vegetal muerto.

Tabla VII.1 (8) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación
Construcción: obra civil y electromecánica	Excavaciones (Caseta de Control, Trinchera, Barda Perimetral, Área de equipos Mayores y Menores)	Fauna	Disminución en la abundancia y riqueza de la fauna local por la alteración de hábitat.	Capacitar al personal sobre la normatividad, respeto y manejo de la fauna silvestre Determinar la fauna presente en el área, identificar las áreas de anidación y territorios de refugio para protegerlos y minimizar el impacto, con énfasis en especies bajo alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	En el caso de que algún ejemplar se encuentre en riesgo deberá ser colocado cuidadosamente fuera de la zona de afectación y en su hábitat natural.	Reubicación y rescate de especies.

Tabla VII.1 (9) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación
Construcción: obra civil y electromecánica	Excavaciones (Caseta de Control, Trinchera, Barda Perimetral, Área de equipos)	Sociales y económicos	Incremento de ingresos para la localidad por contrataciones temporales. Aumento en la calidad de vida del personal contratado.	La contratación de personal preferentemente será de la localidad o región. Programas de capacitación de personal. Capacitar al personal sobre la identidad regional, tradiciones y costumbres para que mantengan una relación de respeto y fortalecimiento regional.	La contratación del personal eventual será preferentemente de localidades cercanas o de la región del proyecto.	La compra de insumos, materiales y servicios de alimentación y hospedaje se realizará en la localidad para incrementar el beneficio económico.

Tabla VII.1 (10) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación
Construcción: obra civil y electromecánica	Cimbrado, colado y descimbrado (habilitado de acero)	Suelo	Degradación en la estructura del suelo por la excavación y procesos erosivos inducidos.	Colocar barreras de contención de fibras naturales locales para prevenir la pérdida de suelo. Asignar sitios compatibles para el depósito temporal del suelo	Mantener el suelo el menor tiempo posible expuesto a la intemperie y restituirlo una vez concluida la cimentación.	Depositar suelos extraídos en zonas aledañas al proyecto con las mismas características y propiedades para evitar su pérdida, pudiendo utilizarlo en las actividades de reubicación.

Tabla VII.1 (11) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante el desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación
Construcción: obra civil y electromecánica	Cimbrado, colado y descimbrado (habilitado de acero)	Paisaje	Alteración del paisaje por las excavaciones realizadas.	Delimitar la vegetación cercana para mantener la calidad natural del paisaje.	<p>Coordinar actividades de limpieza y orden en el manejo de los suministros para la cimentación.</p> <p>Supervisar cuidadosamente las actividades de manejo de residuos sólidos</p>	Realizar reubicación de flora con las especies rescatadas, realizando el desmonte únicamente el área del predio, respetando la demás vegetación que no interfiera con la construcción y operación de la obra, para mantener la calidad ambiental del entorno y minimizar el impacto.

Tabla VII.1 (12) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante el desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación
Construcción: obra civil y electromecánica	Cimbrado, colado y descimbrado (habilitado de acero)	Paisaje	Deterioro en la calidad estético-paisajística por ingreso de materiales y maquinaria empleados para el cimbrado.	<p>Capacitación del personal en la organización para el manejo y almacenamiento responsable de materiales en la unidad de paisaje</p> <p>Asignar sitios compatibles para colocar maquinaria y herramienta evitando la dispersión de maquinaria y material que afectan la calidad del paisaje.</p>	Los materiales, maquinaria y herramienta, garantizarán la limpieza y armonía con el entorno natural.	<p>Realizando el desmonte únicamente el área del predio, respetando la demás vegetación que no interfiera con la construcción y operación de la obra y mejorar la calidad estético-paisajística.</p> <p>Realizar una reubicación de flora en la zona frontal de la futura Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial con las especies rescatadas y con vegetación endémica para mantener la calidad ambiental del entorno y minimizar el impacto</p>

Tabla VII.1 (13) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante el desarrollo de la obra eléctrica.

Etapas del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación y/o de compensación
Construcción: obra civil y electromecánica	Cimbrado, colado y descimbrado (habilitado de acero)	Sociales y económicas	Generación de empleo para la construcción del proyecto	Capacitación del personal para una correcta etapa de construcción.	El encargado de la obra supervisará el uso responsable de tiempo y recursos humanos.	No aplica

Tabla VII.1 (14) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante el desarrollo de las obras eléctricas.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación
Construcción: obra civil y electromecánica	Relleno y compactado	Suelo	Alteración en características físicas de suelo por compactación	Planear las zonas de excavación para compactar lo requerido y no alterar innecesariamente el suelo.	Evitar la mezcla de suelos con distintas propiedades para no perder calidad. Utilizar el suelo resultante de la excavación para relleno en áreas potenciales de crecimiento vegetal.	Se utilizará el mismo material de excavación de cada cepa para el relleno y compactado y en su caso se adquirirá de bancos autorizados y el sobrante será dispersado en cada sitio.

Tabla VII.1 (15) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante el desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación
Construcción: obra civil y electromecánica	Todas	Aire	Contaminación por ruido ocasionado por el uso de maquinaria.	Capacitación del personal sobre el cumplimiento de la normatividad en el control de ruido. Establecimiento de jornadas con horarios compatibles diurnos.	Supervisarlas actividades de manejo de equipo y maquinaria con estricto cumplimiento a la normatividad para el control del ruido.	Revisión permanente de equipo y maquinaria para corrección de fallas.

Tabla VII.1 (16) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante la construcción del proyecto

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación y/o de compensación
Construcción: obra civil y electromecánica	Armado y Montaje de Estructura	Paisaje	Deterioro en la calidad estético paisajístico por la colocación de las estructuras de soporte.	Programa de suministro de material en etapas definidas que evitar la acumulación de materiales en el frente de trabajo.	El armado y montaje de estructuras limitará a las zonas destinadas para su construcción.	No aplica

Tabla VII.1 (17) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante el desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación y/o de compensación
Construcción: obra civil y electromecánica	Vestido de estructuras mayores y menores.	Paisaje	Deterioro en la calidad estético-paisajística por la colocación de letreros, herrajes y aislantes	Programa de suministro de materiales para el equipamiento y prevenir la acumulación de materiales en el frente de trabajo.	Coordinar las actividades del armado y vestido para ocupar el mínimo de tiempo y espacio.	No aplica

Tabla VII.1 (18) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante el desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación y/o de compensación
Construcción: obra civil y electromecánica	Instalación de Subestación Eléctrica	Paisaje	Alteración en la calidad estética paisajística	Minimización de daños ambientales.	Procedimiento alternativo para minimizar impactos sobre el suelo y la flora silvestre. Programa de manejo de residuos sólidos	Realizando el desmante únicamente el área del predio, respetando la demás vegetación que no interfiera con la construcción y operación de la obra.

Tabla VII.1 (19) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante el desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación y/o de compensación
Construcción: obra civil y electromecánica	Pruebas de puesta en servicio	Paisaje	Deterioro de la calidad estético-paisajística por las estructuras mayores y menores.	Coordinar las actividades de la prueba de puesta de servicio para ocupar el menor tiempo y espacio y reducir la perturbación que puedan generar.	Se supervisará un programa de manejo de residuos sólidos que puedan generarse derivado de las actividades	No aplica

Tabla VII.1 (20) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del Proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación y/o de compensación
Operación y mantenimiento	Operación	Paisaje	Alteración en la calidad estético-paisajística de la zona por la presencia de la futura Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial	Prevenir asentamientos humanos y desarrollo de actividades productivas en el predio de la Central	Elaborar un programa de inspección y vigilancia para prevenir actividades ajenas al proyecto de la Central de Combustión Interna (CCI) Parque Industrial	Mantener el monitoreo constante de la vegetación rescatada para garantizar la calidad paisajística.

Tabla VII.1 (21) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación y/o de compensación
Operación y mantenimiento	Operación	Sociales y económicas	Generación de empleos indirectos por la extensión del servicio eléctrico.	No aplica	No aplica	No aplica

Tabla VII.1 (22) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante desarrollo de la obra eléctrica.

Etapa del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación y/o de compensación
Operación y mantenimiento	Inspección y mantenimiento	Paisaje	Alteración en la calidad estético paisajística de la zona por la inspección y mantenimiento.	Coordinar actividades de inspección y mantenimiento para ocupar el menor tiempo y espacio para reducir la perturbación que puedan generar.	Mantener la limpieza y la calidad del paisaje durante las actividades de mantenimiento garantizando el manejo adecuado de residuos	Mantener el monitoreo constante de la vegetación de la zona para mantener la calidad del paisaje.

Tabla VII.1 (23) Medidas de mitigación orientadas a prevenir, reducir y/o compensar los posibles daños que se pudieran generar durante desarrollo de la obra eléctrica.

Etapas del proyecto	Acciones	Factores afectados	Impacto	Medida de prevención	Medida de reducción	Medida de rehabilitación y/o de compensación
Operación y mantenimiento	Inspección y mantenimiento	Sociales y económicas	Garantizar la calidad del servicio de generación de energía eléctrica	No aplica	No aplica	No aplica

7.2 Descripción de las medidas específicas de los cuatro componentes que se serán mayormente afectados con el desmonte o CUSTF

7.2.1 Vegetación

7.2.1.1 Medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales:

- Medidas de Prevención:
 - Previo al inicio del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a todos los trabajadores que laboren en la remoción de la vegetación y en el establecimiento del Proyecto, se le dará plática sobre “CUIDADO DEL AMBIENTE EN TU ÁREA DE TRABAJO”. El cual consistirá de una sesión de 1 hora teórica y 1 hora práctica. En el anexo IX.3.D del DTU se presenta el programa de educación ambiental (pláticas) que se realizarán para cumplir todos estos aspectos señalados.
 - Se impartirá una plática para sensibilizar al personal de manera mensual que laborará en la obra a fin de evitar o disminuir daños a la flora y a la fauna en general. Esta sensibilización se realizará creando y difundiendo información relativa a las medidas de protección ambiental que se deberán observar durante su participación en la obra. Para lo anterior, se establecerán reglamentaciones por parte del licitante ganador (supervisadas por la promovente) que eviten cualquier afectación derivada de las actividades del personal.
 - A todos los trabajadores se les dará una plática sobre uso y manejo de fuego, dicho curso tendrá una duración de 2 horas divididas en 1 hora teórica y 1 hora práctica. Esto con el fin de evitar los incendios forestales en la zona, principalmente en época de sequías, aunque en la manera de lo posible se evitará el uso de fuego.
 - Para mitigar el efecto que se tendrá por las actividades de la obra del proyecto, se ejecutará el programa específico de protección y conservación de flora, especialmente para aquellas especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, ver anexo IX.3.E del DTU.
 - Previo a las etapas de preparación del sitio y construcción de la obra se utilizarán vías de acceso ya existentes, para evitar la apertura de otras a fin de reducir en lo posible los impactos que esto conlleva.

- Se realizará el desmonte permanente a matarrasa únicamente en las zonas autorizadas para CUSTF y dentro del predio o rodales en estudio, y se realizará poda selectiva del arbolado para evitar remoción innecesaria.
- Se respetarán las especies de importancia biológica, ya que de acuerdo a la naturaleza de la construcción y ejecución del CUSTF de la obra en estudio y la superficie solicitada respecto a la superficie a utilizar es posible evitar el desmonte de algunos individuos de gran importancia biológica como los que se encuentran listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en su caso.
- Se realizará desrame, picado y dispersión del material producto del desmonte, para facilitar su integración al suelo.
- Durante las labores de desmonte y limpieza no se permitirá el uso del fuego ni agroquímicos (herbicidas u otros productos químicos), así como tampoco se realizarán actividades de quema de ningún tipo de residuo.
- No se realizará ningún tipo de aprovechamiento o daño a especies de flora, y mucho menos a aquellas que pudieran encontrarse y que estén incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, se señalará con listones, etiquetas o pintura a los individuos de estas especies, para diseñar estrategias de conservación *in situ*. Esta actividad resulta necesaria para el personal que laborará en las obras.
- Se diseñarán carteles con imágenes de estas especies y colocarlos en los sitios donde se da la afluencia del personal (donde se lleva el registro de asistencia) para que las ubiquen y hagan conciencia en su protección.
- Se vigilará que el personal que labore en la obra no colecte o extraiga ejemplares o partes de vegetación existente en la zona donde se realiza la misma.
- Se realizará supervisión periódica de manera mensual en los diferentes frentes de trabajo, para vigilar el adecuado manejo y protección de las especies listadas en NOM-059-SEMARNAT-2010; en caso de encontrarse.
- La basura de tipo doméstico generada por los trabajadores deberá ser colectada al final de la jornada en bolsas y la empresa contratista deberá llevar consigo contenedores para su disposición temporal, y deberá retirarlos a los sitios indicados por la autoridad municipal correspondiente.

- Medidas de Mitigación
 - Se llevará a cabo un programa de rescate de flora silvestre (mismo que se incluye en el anexo IX.3.F del presente estudio), el cual implica el establecimiento de los individuos retirados de la zona en la que se realizará la remoción total de la vegetación, las cuales se establecerán en las áreas del proyecto. Las especies consideradas en este programa serán características del ecosistema, lo anterior con la finalidad de conservar la diversidad y composición florística de la región. Es importante el señalar que con base en la en la información presentada en el capítulo IV de este estudio, se determinó que todas las especies registradas se encuentran bien representada en el tipo de vegetación en los que se ubica la superficie para la cual se solicita el CUSTF. Sin embargo, por la importancia que posee la zona en donde se ubica el área sujeta a cambio de uso de suelo, en el programa de rescate de especies de flora, se presentan las especies que van a ser recatadas, propagadas y reubicadas.
 - Éste programa también considera el rescate, propagación y reubicación de ejemplares de especies de importancia ecológica en la región y aquellas susceptibles a rescate.
 - Durante las labores de desmonte y limpieza no se permitirá el uso del fuego ni agroquímicos (herbicidas u otros productos químicos), así como tampoco se realizarán actividades que impliquen la quema de ningún tipo de residuo.
 - Los residuos vegetales generados durante las acciones del proyecto en estudio se picarán y dispersarán en el suelo para facilitar su integración al mismo.
 - Cuando el despalme se realice mediante el uso de maquinaria pesada, se llevará a cabo en la superficie mínima necesaria que demandará la obra por realizar.
 - Se realizará la conservación *in situ* de ejemplares en etapas tempranas de desarrollo de especies vegetales.
 - Se tomarán medidas preventivas para evitar el proceso de degradación de suelo, protegiendo la vegetación nativa en recuperación o repoblación y la cubierta del estrato arbustivo, aledañas a la obra del proyecto.
 - Se ejecutará el programa específico de las acciones de protección y conservación de flora y fauna silvestre de la región incluido en el anexo IX.3.E del DTU.

7.2.2 Fauna

7.2.2.1 Medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales:

- **Medidas de Prevención**
 - Previo al inicio del cambio de uso de suelo en terrenos forestales todo el personal en general recibirá una plática de inducción relacionada con la importancia de la protección y conservación de la biodiversidad. Esta actividad tendrá una duración de 1.5 horas teóricas. En el anexo IX.3.D del DTU se presenta el programa de educación ambiental (pláticas) que se realizarán para cumplir todos estos aspectos señalados.
 - Se realizará una plática a todo el personal en el que se explicarán las particularidades de las especies que se hallan protegidas bajo la normatividad vigente que rigen el uso y manejo de las mismas (NOM-059-SEMARNAT-2010). Esta actividad tendrá una duración de 1.5 horas teóricas.
 - Previo al inicio del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a todos los trabajadores que laboren en la remoción de la vegetación y en el establecimiento de la obra en estudio, se le dará una plática de capacitación sobre “CUIDADO DEL AMBIENTE EN TU ÁREA DE TRABAJO” el cual constará de 2 horas divididas en 1 hora teórica y 1 hora práctica.
 - Se impartirá una plática para sensibilizar al personal que laborará en la obra a fin de evitar o disminuir daños a la flora y a la fauna en general. Esta sensibilización se realizará creando y difundiendo información relativa a las medidas de protección ambiental que deberán observar durante su participación en la obra. Para lo anterior, se establecerán reglamentaciones por parte del licitante ganador (supervisadas por la promovente) que eviten cualquier afectación derivada de las actividades del personal, ver anexo IX.3.D del DTU.
 - A todos los trabajadores se les dará una plática sobre uso y manejo de fuego, dicho curso tendrá una duración de 2 horas divididas en 1 hora teórica y 1 hora práctica.
 - Se llevará a cabo una plática sobre el cuidado de fauna silvestre. El cual constará de 2 horas teórica y 1 hora de práctica, donde se mostrará la forma de rescate de los grupos faunísticos a todos los trabajadores en las actividades de cambio de uso de suelo. Como una estrategia de apoyo en la conservación de la biodiversidad.

- Previo a las actividades de desmonte y despalme del predio del proyecto motivo del presente estudio se realizarán recorridos para la detección de nidos, guaridas y/o refugios de la fauna silvestre, en cuyo caso se ahuyentará a los animales que los ocupen, ver capítulo VII y anexo IX.3.G del DTU.
- Se establecerán reglas internas y supervisión al personal para evitar cualquier afectación a la fauna silvestre.
- Se realizará ahuyentamiento de las especies faunísticas, previo a la remoción de la vegetación en el área solicitada para cambio de uso de suelo por medio de recorridos, en los cuales se utilizarán sirenas o matracas.
- Durante la construcción se deberán colocar barreras en las cepas que se abran y no deben quedar abiertas al término de cada jornada, o en su defecto, se deberán circular con alambre o cualquier otro material para evitar accidentes tanto de personas, como de fauna silvestre y doméstica.
- En las cepas además de colocar las barreras también se colocará un tronco o rama dentro de la cepa para que en caso de caer algún roedor pequeño, reptil o anfibio se le facilite su escape de este lugar.
- En caso de que se encuentren organismos vivos en las cepas, se deberá proceder a su rescate y chequeo por parte de personal especializado en fauna silvestre esto para descartar cualquier daño que se hubiera podido ocasionar a la hora de caer para posteriormente realizar la liberación de dicho individuo, ver capítulo VII y anexo IX.3.G del DTU.
- Si cuando se realice la apertura de cepas se encuentran especies de lento desplazamiento, se implementará el programa de rescate y reubicación de fauna silvestre presente en el capítulo VII y anexo IX.3.G del DTU (Programa de rescate de fauna).
- Para no afectar al hábitat de fauna silvestre contigua a la obra, el desmonte se efectuará dirigiendo la caída de los árboles o arbustos hacia el centro de los predios o rodales sujetos a CUSTF del proyecto.
- Realizar las labores de ejecución del CUSTF de preferencia en horarios diurnos.
- Evitar los ruidos innecesarios generados por silbatos, bocinas, sirenas, pitos, motores encendidos, etc., a fin de anular en la medida de lo posible el estrés a fauna que se encuentre en zonas cercanas a aquella sujeta a cambio de uso de suelo.
- Instalar y mantener en perfectas condiciones los silenciadores de los equipos a motor (vehículos, equipos y maquinarias).

- No se establecerán campamentos dentro del área sujeta a cambio de uso de suelo, con la finalidad de no desplazar a las especies faunísticas.
- Durante la operación de la maquinaria y vehículos, especialmente en áreas aledañas a zonas urbanas, se deberá cumplir con los estándares que para la emisión de ruido fija el “Reglamento para la Protección del Ambiente Contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido” (SEDUE, 1989) y la NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.
- La maquinaria, equipo y vehículos que se utilizan durante el proceso constructivo se mantendrán en buenas condiciones para la cual se enviarán a mantenimiento preventivo cumpliendo estrictamente con el programa de cada unidad. Para lo anterior, se llevará una bitácora de mantenimiento de maquinaria y de vehículos.
- Para mitigar el efecto que se tendrá por las actividades de la obra en estudio, se ejecutará un programa específico de protección y conservación de flora y fauna silvestre (anexo IX.3.E del DTU), así como un programa de rescate de fauna silvestre ver capítulo VII y anexo IX.3.G del DTU, especialmente para aquellas especies en riesgo que se encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Los vehículos automotores y maquinaria en general, circulará a baja velocidad (30 km/h) con la finalidad de prevenir el atropellamiento de fauna silvestre que llegará a transitar por el proyecto de la obra en estudio y aminorar el ruido que provoca el funcionamiento de los motores.
- Medidas de Mitigación:
 - Dentro del predio del área sujeta a cambio de uso de suelo, así como en la unidad de análisis (cuenca) se encontraron especies de fauna en categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por lo que las mismas, serán rescatadas y reubicadas; tal como se establece en el Programa de Protección y Conservación de Fauna silvestre del anexo IX.3.E del DTU. En el programa de rescate de fauna ver capítulo VII y anexo IX.3.G del DTU en el que se contempla el rescate de todas las especies que se llegasen a encontrar durante la ejecución del CUSTF.
 - Para las especies de fauna de talla menor que no están catalogadas en categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y que se reportaron en el área

- sujeta a cambio de uso de suelo, se aplicará el programa de rescate y de protección y conservación (Anexo VII y anexo IX.3.E y G del DTU).
- El contratista deberá clasificar e identificar los residuos orgánicos e inorgánicos que se generen durante el proceso de construcción y ejecución del CUSTF de la obra en estudio para su disposición final, ver anexo IX.3.C del DTU.
 - Se realizará el rescate y reubicación de fauna silvestre de la zona del proyecto de la obra en estudio, colocando dichas especies a los costados del proyecto, la cual servirá como refugio y hogar a la fauna silvestre de la zona, el programa se presenta como capítulo VII y anexo IX.3.G del DTU.
 - El desmonte o poda se llevará a cabo básicamente por medios manuales (hachas, machetes y motosierras) y de manera paulatina y direccional a fin de permitir que las especies de fauna silvestre presentes en el área tengan posibilidad de alejarse del sitio.
 - Se comunicará a todos los trabajadores de la obra que el área donde realicen sus alimentos deberá permanecer libre de residuos, debido a la posible generación y proliferación de fauna nociva y dispersión de estos.
 - Se supervisará que el personal de la construcción de la obra en estudio y de los que realicen el CUSTF no cometan actos que deterioren el ambiente de la zona, tales como la caza o captura de fauna silvestre y extracción de especies de fauna. Al respecto se responsabilizará al contratista de cualquier ilícito en el que incurran sus trabajadores, para lo cual se deberá instrumentar un reglamento interno ambiental durante la etapa de CUSTF de la obra, ver anexo IX.3.I del DTU.
 - Se ejecutará el programa específico de las acciones de protección y conservación de flora y fauna silvestre de la región incluido en el anexo IX.3.E del DTU.

7.2.3 Suelo

7.2.3.1 Medidas de prevención y mitigación:

- **Medidas de Prevención:**
- Previo al inicio del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a todos los trabajadores que laboren en la remoción de la vegetación y construcción de la obra en estudio se le dará una plática sobre “CUIDADO DEL AMBIENTE EN TU ÁREA DE TRABAJO” el cual constará de 2 horas divididas en 1 hora teórica y 1 hora práctica, en el anexo IX.3.D del DTU se presenta el programa de educación ambiental (pláticas) que se realizarán para cumplir todos estos aspectos señalados.
- Se impartirá una plática para sensibilizar al personal que laborará en la obra a fin de evitar o disminuir daños a la flora y a la fauna en general. Dicha sensibilización se realizará creando y difundiendo información relativa a las medidas de protección ambiental que deberán observar durante su participación en la obra. Para lo anterior, se establecerán reglamentaciones por parte del licitante ganador (supervisadas por la promovente) que eviten cualquier afectación derivada de las actividades del personal (anexo IX.3.D del DTU).
- Con la finalidad de evitar posibles incendios forestales que provoquen la pérdida de cobertura forestal y propicien una erosión paulatina en la zona o áreas aledañas. Se impartirá un curso de capacitación sobre uso y manejo de fuego a todos los trabajadores, con duración de 2 horas divididas en 1 hora teórica y 1 hora práctica.
- Se realizará una plática de concienciación para el manejo y disposición de residuos en caso de algún derrame, estos talleres se impartirán cada mes a todo el personal.
- Durante las labores de desmonte no se permitirá el uso del fuego ni agroquímicos.
- Los materiales que puedan ser reutilizados serán colectados y almacenados temporalmente para su posterior utilización.
- Se utilizarán vías de acceso ya existentes, para evitar la apertura de otras vías, a fin de reducir en lo posible los impactos en la zona que esto conlleva.
- Se deberá transitar por los caminos existentes cercanos al proyecto.
- Durante la realización de las actividades de cambio de uso de suelo se colocará un sanitario portátil por cada 15 personas de ser posible. Esto con la finalidad de

mantener un estricto control de los residuos fisiológicos y evitar las evacuaciones al aire libre, posteriormente los residuos deberán ser trasladados a los sitios donde indique la autoridad local. Para lo cual deberá contratarse a una empresa especializada y autorizada para el manejo y disposición de los mismos.

- El derribo de la vegetación se realizará de forma paulatina y dirigida hacia las zonas ya derribadas para evitar dañar vegetación que posiblemente no tenga que ser removida.
- En la primera etapa del desmonte se utilizarán medios mecánicos (machetes, hachas y motosierras).
- Se deberán conservar el estrato herbáceo y los tocones de los árboles y arbustos cuando no interfieran con la obra ni con la ubicación de alguna instalación. Los tocones se dejarán a una altura mínima de 30 cm. Esto como medida de protección del suelo, disminución del riesgo de erosión y para dar oportunidad a que se regenere la vegetación mediante mecanismos naturales, así como para servir de refugio a la fauna local.
- Los residuos vegetales generados durante las acciones de construcción, se picarán y dispersarán en el suelo para facilitar su integración al mismo. Este tipo de residuos se deberá depositar a los costados del predio, en forma perpendicular al drenaje superficial (anexo IX.3.H del DTU).
- En la construcción de esta obra motivo del presente estudio se iniciarán acciones para su restablecimiento inmediatamente después de realizar el cambio de uso de suelo, asimismo, el desmonte se realizará de forma paulatina con el propósito de que el tiempo máximo permisible sin cobertura sea de 30 días.
- Sólo se realizará el desmonte a matarrasa permanente en la totalidad del predio en estudio.
- Para reducir los efectos de erosión asociados a la remoción de la cubierta vegetal, se permitirá el establecimiento de la vegetación herbácea en las áreas desmontadas, inmediatamente después de que concluyan las labores de construcción.
- Se deberán clasificar e identificar los residuos que se generen durante el proceso de construcción. Los residuos que por sus propiedades físicas y químicas tengan características de peligrosidad, deben manejarse y disponerse de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 y demás ordenamientos jurídicos aplicable.

- Medidas de mitigación
 - Se construirán 24 fajitas o cordones con geocostales de arena en la vegetación de desiertos arenosos para la obra en proyecto, con una longitud de 20 x 1 x 1.5 m cada uno y la cantidad de suelo retenido por este tipo de obras será de 12.0 toneladas cada una, distribuidas a lo largo de la obra del proyecto en las zonas de CUSTF, principalmente en las escorrentías intermitentes presentes y donde se efectuará el CUSTF. En donde se tiene una retención de suelo por un periodo de tiempo de 5 años, esto con el propósito de mitigar la erosión (anexo IX.3.H del DTU).
 - Pese a que con las obras de conservación de suelos se mitiga la erosión, no solo la actual, sino hasta la que se presenta en 5 años. Adicional a lo anterior, se propone un programa de rescate y reubicación de especies de flora de importancia ecológica (anexo IX.3.F del DTU).
 - Se llevará a cabo el programa de rescate de especies de flora, propuesto en el presente estudio. El cual implica el restablecimiento de los individuos retirados de la zona en la que se realizó la remoción total de la vegetación. La cantidad y listado de especies se especifica en el anexo IX.3.F del DTU.
 - En caso de una situación de emergencia que requiera la reparación de un vehículo o maquinaria en el área de trabajo, se tomarán las medidas necesarias para evitar contaminar el suelo con aceites y grasas lubricantes. Todos los residuos que se generen en una situación de este tipo deben ser recogidos y llevados a un sitio autorizado para su depósito y confinamiento.

7.2.4 Agua

7.2.4.1 Medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales:

- Medidas de Prevención:
- Se impartirá una plática para sensibilizar al personal que laborará en la construcción y ejecución del CUSTF de la obra en estudio a fin de evitar o disminuir daños a la flora y a la fauna en general. Dicha sensibilización se realizará creando y difundiendo información relativa a las medidas de protección ambiental que deberán observar durante su participación en la obra. Para lo anterior, se establecerán reglamentaciones por parte del licitante ganador (supervisadas por la promovente) que eviten cualquier afectación derivada de las actividades del personal, en el anexo IX.3.D del DTU se presenta el programa de educación ambiental (pláticas) que se realizarán para cumplir todos estos aspectos señalados.
- Se realizará una plática de concienciación al personal para el manejo y disposición de residuos derivados del desmonte.
- Se utilizarán vías de acceso ya existentes, para evitar la apertura de caminos fuera de la construcción y ejecución del CUSTF de la obra en estudio a fin de reducir en lo posible los impactos que esto conlleva.
- El material producto de los despalmes se colocará en sitios donde el suelo removido no sufra arrastres por agentes físicos y climáticos, para posteriormente ponerlo a disposición del municipio.
- La empresa contratista deberá llevar consigo contenedores de basura para su utilización temporal, y deberá retirarlos a los sitios indicados por la autoridad municipal correspondiente (anexo IX.3.C del DTU).
- La basura de tipo doméstico generada por los trabajadores será colectada al final de cada jornada en bolsas de plástico y puesta a disposición de las autoridades municipales para su disposición final (anexo IX.3.C del DTU).
- La maquinaria se mantendrá en buen estado, con el fin de evitar el derrame de lubricantes o combustibles que puedan dañar al suelo, agua, viento, flora y fauna del área.

- El mantenimiento y lavado de maquinaria, equipo y vehículos deberá efectuarse en áreas de servicio preestablecidas. No se permitirá que estas acciones se efectúen en el área de trabajo o en las cercanías de cuerpos de agua.
- No se realizará el depósito, manejo de combustibles y derivados del petróleo o cualquier otro líquido calificado como contaminante dentro de las áreas sujetas a cambio de uso de suelo.
- Se prohíbe la descarga de aguas residuales en el área sujeta a cambio de uso de suelo, por lo que el contratista deberá de implementar un programa de colecta y manejo de las aguas residuales que impliquen las actividades de cambio de uso de suelo.
- Durante la realización de las actividades de cambio de uso de suelo, se colocará un sanitario portátil por cada 15 personas de ser posible. Esto con la finalidad de mantener un estricto control de los residuos fisiológicos y evitar las evacuaciones al aire libre, y que estas se filtren, posteriormente los residuos deberán ser trasladados a los sitios donde indique la autoridad local. Para lo cual, deberá contratarse a una empresa especializada y autorizada para el manejo y disposición de los mismos.
- Se deberán clasificar e identificar los residuos que se generen durante el proceso de construcción. Los residuos que por sus propiedades físicas y químicas tengan características de peligrosidad, deben manejarse y disponerse de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 y demás ordenamientos jurídicos aplicable.
- Medidas de mitigación
 - Establecimiento de 24 fajitas o cordones de geocostales de arena para el proyecto en estudio siguiendo las curvas a nivel, y se propone la realización de 06 zanjas bordo con una longitud de 20 m cada uno. Estos se establecerán en un predio aun costado donde se efectuará el CUSTF, ver anexo IX.3.H del DTU.
 - Realizar supervisión constante en la elaboración de las actividades encaminadas a la restauración.
 - Los residuos que por sus propiedades físicas y químicas tengan características de peligrosidad, deben manejarse y disponerse de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 y demás ordenamientos jurídicos aplicables.
 - Se realizará desrame, picado y dispersión del arbolado para facilitar su integración al suelo para su posterior utilización como materia para las áreas adyacentes al predio.

- Para mitigar el efecto que se tendrá por las actividades de la construcción y ejecución del CUSTF de la obra en estudio, se ejecutará un programa específico de protección y conservación de flora y fauna silvestres, especialmente para aquellas especies en riesgo que se encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010, previo a las etapas de preparación del sitio y construcción de la obra, ver anexo IX.3.E del DTU.
- Durante la realización de las actividades de cambio de uso de suelo se colocará un sanitario portátil por cada 15 personas de ser posible, esto con la finalidad de mantener un estricto control de los residuos fisiológicos y evitar las evacuaciones al aire libre, y que estas se filtren, posteriormente los residuos deberán ser trasladados a los sitios donde indique la autoridad local, para lo cual deberá contratarse a una empresa especializada y autorizada para el manejo y disposición de los mismos.

7.3 PROGRAMAS AMBIENTALES PROPUESTOS

7.3.1 Programa específico de protección y conservación de flora y fauna silvestre

Este programa se propone como una medida de mitigación de los impactos ambientales que durante la realización del proyecto se ocasionará sobre la fauna y flora silvestre, en especial para aquellas especies en riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de las que se tuvo evidencia durante los recorridos de campo realizados a lo largo del predio del proyecto, especialmente de aquellas que se consideran como de mayor vulnerabilidad de afectación como consecuencia de sus hábitos y baja movilidad. El Programa se presenta en el Anexo IX.3.E del DTU.

7.3.2 Programa de Manejo o rescate de flora silvestre y programa de rescate de fauna

- Para flora:

Este programa se propone como una medida de mitigación al impacto que podría ocurrir en la vegetación, especialmente a las especies con estatus de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como de aquellos ejemplares que por sus características morfológicas excepcionales representen un valor ecológico y/o cultural importante. Ver anexo IX.3.F del DTU.

Dicho programa atiende al menos los siguientes lineamientos:

- ❖ Listado de especies que incluirá el programa (nombres comunes y científicos).
- ❖ Técnicas de protección y conservación
- ❖ Actividades de mantenimiento propuestas.
- ❖ Calendarización de actividades.

En el siguiente listado se presentan las cantidades de las especies florísticas de la región que se encuentran en algún estatus de la Norma (NOM-059-SEMARNAT-2010), dentro del predio del proyecto, junto con otras especies que serán podadas, protegidas, respetadas, conservadas, etc. (**tabla VII.2.**).

No	NOMBRE CIENTIFICO	TIPO DE VEGETACIÓN	NO IND/CUSTF (9.0 ha)	TÉCNICA DE MANEJO	ESTATUS (NOM-059-SEMARNAT-2010)
1	<i>Larrea tridentata</i>	Vegetación de desiertos arenosos	720	Rescate	
2	<i>Ambrosia dumosa</i>		27	Rescate	
	Total		747		

- Para Fauna:

Este programa se propone como una medida de mitigación de los impactos ambientales que durante la realización del proyecto se ocasionará sobre la fauna silvestre, en especial para aquellas especies en riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010; así

como aquellos individuos de lento desplazamiento. Es importante mencionar que este programa está dirigido a: **a)** ahuyentar la fauna que se encuentre sobre la Central de Combustión Interno (CCI) Parque Industrial durante la etapa de preparación del sitio y construcción; **b)** a detectar guaridas y refugios de fauna silvestre a fin de desplazar los individuos a lugares cercanos al sitio donde fueron encontrados, pero fuera del área del proyecto; y **c)** a evitar la captura o cacería de estas especies por el personal de la compañía de construcción; entre otras actividades. El programa se presenta en el Anexo IX.3.G del DTU. Este programa se implementará y ejecutará en forma coordinada con el Programa de Trabajo de la Central de Combustión Interno (CCI) Parque Industrial, con duración de 36 meses. Dicho programa va dirigido a todas las especies que potencialmente se reportan para la zona en estudio y principalmente para las especies registradas durante los muestreos de fauna dentro del área de influencia del predio sujeto a CUSTF.

Partiendo de estos indicadores, las especies vulnerables localizadas en la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental), son las siguientes:

Tabla VII.3. Especies identificadas en los muestreos listadas en la Norma oficial y su estatus en la misma.

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059
1	Accipitridae	<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de swainson	Pr
2	Phrynosomatidae	<i>Callisaurus draconoides</i>	Cachora Arenera	A
3	Viperidae	<i>Crotalus cerastes</i>	Cascabel cornuda	Pr
4	Phrynosomatidae	<i>Uma notata</i>	Lagartija arenera	P

Nota = A = Amenazada, Pr = Protección especial y * Endémico

Mientras que en el sitio de la CCI Parque industrial, se registró dos (2) especies de conformidad con la NOM-059-SEMARNAR-2010.

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059
1	Phrynosomatidae	<i>Callisaurus draconoides</i>	Cachora Arenera	A
2	Viperidae	<i>Crotalus cerastes</i>	Cascabel cornuda	Pr

Nota = A = Amenazada, Pr = Protección especial y * Endémico

7.3.3 Programa de conservación de suelos

El control de cárcavas es una actividad fundamental en las primeras etapas del proyecto y es condición inherente para disminuir impactos negativos sobre el suelo. Ver anexo IX.3.H del DTU.

El flujo incontrolado de los escurrimientos pluviales superficiales genera en sus primeras etapas erosión laminar, posteriormente erosión por surcos y finalmente la formación de cárcavas.

Esta situación es particularmente importante en la superficie donde se realizará el desmonte y a un costado del predio de la Central de Combustión Interno (CCI) Parque Industrial, con énfasis en aquellas áreas donde existen fuertes pendientes.

Por consiguiente, del control de la formación de cárcavas implica acciones preventivas del efecto erosivo desde sus primeras fases. Es decir, realizar actividades que minimicen la erosión del suelo ante la escasa cobertura vegetal.

Dentro de las obras físicas de tipo preventivo, se consideran las siguientes:

Cordones o fajitas de geocostales de arena:

a) Geocostales: Consiste en formar cordones o fajitas a curva de nivel en el terreno con geocostales, los geocostales son unidades monolíticas fabricadas a partir de Geotextiles No Tejidos de PP (polipropileno). La finalidad de esta actividad es disminuir la erosión eólica del suelo; (se construirá 24 cordones o fajitas con geocostales de arena y 6 zanjas bordo)

Las actividades de control de suelos y agua se implementarán durante la construcción de la Central de Combustión Interno (CCI) Parque Industrial, y preferentemente durante la operación y mantenimiento de la misma. Para ello, el Área de Operación y Mantenimiento de la CFE programará dentro de las actividades de mantenimiento de la Central de Combustión Interno (CCI) Parque Industrial, la ejecución de un programa de control de suelo y agua, empleando para ello mano de obra campesina y local, con el acompañamiento técnico necesario.

7.3.4 Programa específico de residuos sólidos no peligrosos

Para mitigar los impactos derivados de la generación de residuos sólidos durante la preparación del sitio, la construcción y, posteriormente, durante la operación del proyecto, será necesario diseñar los programas correspondientes de manejo de dichos residuos en todas las etapas del proceso, (la recolección, transporte y disposición final).

La meta y objetivos de este programa son: disponer de programas sencillos y La meta y objetivos de este programa son: a) disponer de acciones sencillas y operativas que cubran los requerimientos básicos y permitan aplicar en las etapas del proyecto la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos no peligrosos, y b) identificar los tipos de residuos sólidos e industriales no peligrosos que generarán, contar con los mecanismos de recolección en obra y en todas las áreas de trabajo de los residuos generados, disponer de un transporte efectivo de residuos sólidos no peligrosos y crear los mecanismos para disponer de la infraestructura municipal (tiraderos a cielo abierto, rellenos sanitarios) en cuanto a la disposición final de los residuos. Ver anexo IX.3.C del DTU.

7.3.5 Programa de educación ambiental (pláticas)

El personal involucrado en el Proyecto y habitantes de zonas cercanas recibirán capacitación general sobre el cuidado del ambiente. Las pláticas de capacitación estarán enfocadas sobre la importancia de la protección y cuidado de los recursos naturales y el compromiso ambiental que deberán adquirir todos los involucrados. Estos cursos son de gran importancia ya que con ellos se estará haciendo labor de concienciación a las personas que trabajarán en el desarrollo del proyecto y que preferentemente serán de los poblados aledaños.

Los objetivos y alcance de este programa son: a) transmitir conocimientos para modificar conductas y concientizar ambientalmente al personal involucrado en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto. El alcance del presente programa de capacitación es aplicable desde el inicio del Proyecto con el fin de ir observando conductas y tener tiempo de corregir alguna (s) que cause (n) daño a la zona sujeta a cambio de uso de suelo. Ver anexo IX.3.D del DTU.

A continuación, (tabla VII.4) se presentan los indicadores para evaluar la efectividad de las medidas anteriormente citadas.

Tabla VII.4. Indicadores para evaluar la efectividad de medidas ambientales.

Factor ambiental	Aplica a todos los factores
Medida	<ul style="list-style-type: none"> Realización de talleres participativos con todo el personal involucrado en la construcción de la obra en estudio, se les mencionará la importancia de conservar el ambiente, y las sanciones legales que implica hacer uso inadecuado de la flora y fauna sin contar con los permisos correspondientes
Resultado esperado	<ul style="list-style-type: none"> Fomentar la participación voluntaria en la conservación de la biodiversidad Evitar la extracción y saqueo de especies por parte del personal de la contratista involucrado en la obra.
Indicador	$R_1 = (100) * \frac{I_c}{I_C}$ <p>Donde: R₁= Efectividad de los talleres participativos IC = Número de trabajadores que se contrataron para la construcción del proyecto I_c = Número de trabajadores que asistieron a los talleres</p> <p><u>Efectividad de la medida</u> Efectiva >89 =100 Medianamente efectiva >78 <89% Poco efectiva >66 <78%</p>
Factor ambiental	Flora
Medida	<ul style="list-style-type: none"> El desmote será de forma direccionada con el fin de que el material derribado quede al interior de la brecha forestal, y de esta forma evitar la afectación de la vegetación contigua al predio del Proyecto.
Resultado esperado	<ul style="list-style-type: none"> Minimizar las áreas afectadas por el CUSTF.
Indicador	$R_2 = \frac{SR_{CUSTF}}{SS_{CUSTF}} * 100$ <p>Donde:</p>

Factor ambiental	Aplica a todos los factores
	<p>R₂= Efectividad de la medida SRCUSTF= Superficie donde se realizó el CUSTF SSCUSTF= Superficie solicitada para el CUSTF</p> <p><u>Efectividad de la medida</u> Efectiva ≤ 80% Medianamente efectiva > 80 ≤85% Poco efectiva >85%</p>
Factor ambiental	Flora y fauna
Medida	<ul style="list-style-type: none"> Realizar actividades de rescate y reubicación de flora y fauna a especies de importancia ecológica
Resultado esperado	<ul style="list-style-type: none"> Conservar <i>in situ</i> de especies de importancia ecológica y aquellas incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
Indicador	$R_3 = \frac{I_r}{I_R} * 100$ <p>Donde: R3 = Efectividad en la reubicación o rescatados IR = Número de individuos rescatados o reubicados Ir = Número de individuos reubicados o rescatados</p> <p><u>Efectividad de la medida</u> Efectiva >85% Medianamente efectiva >75 ≤85% Poco efectiva <75%</p>
Factor ambiental	Flora
Medida	Realizar un monitoreo en un periodo de seis meses como mínimo sobre las especies de flora rescatadas para evaluar su sobrevivencia.
Resultado esperado	Evaluar la sobrevivencia de las especies reubicadas

Factor ambiental	Aplica a todos los factores
Indicador	$R_4 = \frac{Iv}{Ir} * 100$ <p>Donde: R₄ = Efectividad en supervivencia IV = Número de individuos Ir= Número de individuos reubicados</p> <p><u>Efectividad de la medida</u> Efectiva >85 =100% Medianamente efectiva >75 <85% Poco efectiva <75%</p>
Factor ambiental	Suelo
Medida	<p>Implementación de obras de conservación de suelos en la superficie donde se realizará el CUSTF (9.0 hectáreas):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 24 fajitas o cordones de geocostales rellenos de arena • Se construirán 6.0 zanjas bordo para el proyecto en estudio siguiendo las curvas a nivel, se propone la realización las zanjas bordo con una longitud de 20.0 cada uno. Estos se establecerán en un predio aun costado y dentro de donde se efectuará el CUSTF en una superficie de 3.0 ha aproximadamente.
Resultado esperado	<ul style="list-style-type: none"> • Prevenir la erosión hídrica, de tal forma que la condición de este recurso al finalizar la realización del CUSTF sea similar a las encontradas antes del mismo • Mantener la capacidad de infiltración
Indicador	$R_5 = \frac{NECA}{NEC_{CUSTF}} * 100$ <p>Donde: R₅= Efectividad de la medida NECA= Nivel de erosión con cobertura vegetal actual NECCUSTF= Nivel de erosión con cobertura después del CUSTF</p>

Factor ambiental	Aplica a todos los factores
	<p><u>Efectividad de la medida</u> Efectiva= grado cero con erosión laminar casi imperceptible Medianamente efectiva= Erosión laminar de nivel 1 (canalillos) Poco efectiva= Erosión en cárcavas o surcos</p>
Factor ambiental	Agua
Medida	<ul style="list-style-type: none"> Se vigilará que la vegetación removida por la apertura del predio en estudio y que pudiera caer sobre cuerpos de agua sea retirada de forma inmediata, haciendo un manejo adecuado de los residuos vegetales.
Resultado esperado	<ul style="list-style-type: none"> Al término de la a jornada, durante la realización de la remoción de la vegetación por la apertura del desmonte del predio forestal, se retirarán diariamente los residuos vegetales que hayan caído en cuerpos de agua.
Indicador	$R_6 = \frac{CL}{CI} * 100$ <p>Donde: R₆= Efectividad de la medida CL= Cuerpos de agua limpiados CI= Cuerpos de agua con residuos de material vegetal</p> <p><u>Efectividad de la medida</u> Efectiva = 100% Medianamente efectiva ≥95 100% Poco efectiva <95%</p>
Factor ambiental	Suelo y agua
Medida	<ul style="list-style-type: none"> Mantener un Manejo Integrado de residuos sólidos que consistirá en levantar diariamente al término de la jornada, los residuos generados en las diferentes actividades de la obra, y disponerlos en contenedores rotulados debidamente para su separación en orgánicos e inorgánicos.
Resultado esperado	<ul style="list-style-type: none"> Descartar la contaminación de cuerpos de agua y/o suelo, por residuos sólidos municipales, además de considerar que la obra no contempla en ninguna de sus

Factor ambiental	Aplica a todos los factores
	actividades el uso de sustancias químicas que pudieran modificar las propiedades físico-químicas de estos componentes ambientales.
Indicador	$R_7 = \frac{RC}{RG} * 100$ <p>Donde: R₇= Efectividad de la limpieza de del suelo o subsuelo RC= Cantidad de Residuos colectados RG= Cantidad de residuos generados.</p> <p><u>Efectividad de la medida</u> Efectiva = 100% Poco efectiva <100%</p>
Factor ambiental	Aire
Medida	<ul style="list-style-type: none"> Implementación del esquema de verificación vehicular, para que todos los vehículos que ocupe la contratista sean verificados en las instancias correspondientes a fin de dar cumplimiento a la normatividad ambiental aplicable
Resultado esperado	<ul style="list-style-type: none"> Contribuir a mantener la calidad del aire actual, mediante la afinación de vehículos utilizados en el proyecto
Indicador	$R_8 = \frac{VPV}{VUP} * 100$ <p>Donde: R₈= Efectividad de la implementación del esquema de verificación vehicular VUP= vehículos utilizados en el proyecto VPV= vehículos que cumplieron con el esquema de verificación</p> <p><u>Efectividad de la medida</u> Efectiva = 100% Poco efectiva <100%</p>

7.4 Medidas de la etapa de abandono del sitio del proyecto

Para esta etapa dentro del programa general de trabajo y actividades no se incluye la etapa de abandono del proyecto ya que se considera como de utilidad permanente. Sin embargo, se estima una vida útil de 30 años.

De presentarse el caso de abandono por otros motivos diferentes a la urbanización de la zona, entonces las medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales generados en esta etapa son las siguientes:

- Se establecerá un programa de abandono del sitio de acuerdo a un procedimiento que incorpore términos de referencia, enfatizando en medidas de rehabilitación, compensación y restitución. El programa deberá proponer la entrega del área de influencia del proyecto en las condiciones semejantes en que se encontraba.
- Como resultado de esta acción se recuperará el paisaje al regenerarse la vegetación una vez desmanteladas las torres.
- Se elaborarán procedimientos de manejo de residuos peligrosos y no peligrosos, así como su disposición de acuerdo a la normatividad aplicable.

7.5 Señalamiento de las medidas de seguridad y preventivas en materia ambiental

7.5.1 Sistemas de seguridad

A continuación, se describe a detalle los equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con los que cuenta la instalación, considerados para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.

Se cuenta con lo siguiente:

- Facilidades de conexión para integrar sistema de inspección interior de los ductos.
- Supervisión, verificación de especificaciones, cumplimiento de normas, pruebas no destructivas, radiografiado, hidrostáticas, entre otras, durante la etapa de construcción y operación.

- Implementación de pruebas Pre-arranque en los sistemas que integran el proceso.
- Documentación e información técnica de equipos, proveedores, planos, registros, bitácora de obra, actas de entrega, pruebas, recepción de obra y finiquito.

Programas anuales de mantenimiento preventivo a todo el sistema que incluyen:

- Revisión continúa del derecho de vía para evitar asentamientos irregulares.
- Inspección de los instrumentos de medición de flujo, presión y temperatura en las instalaciones de origen y destino.
- Inspección de la protección mecánica, catódica y toma de potenciales.
- Inspección de interface tierra-aire en tramos que componen el ducto.
- Plan de pruebas de equipos y válvulas de seccionamiento.
- Revisión de los señalamientos de trayectoria del derecho de vía, cumpliendo con norma.
- Medición anual de espesores en instalaciones superficiales.
- Medición quinquenal de espesores en ductos subterráneos.
- Programas de capacitación y/o actualización al personal de operación y mantenimiento del sistema.
- Integración al plan de Protección Civil de la región.

El ducto cuenta con equipos, dispositivos y sistemas de seguridad de acuerdo a la normatividad y serán como mínimo los siguientes:

Válvulas de seccionamiento. Son dispositivos que se utilizan para seccionar tramos de tubería para reparación, mantenimiento o emergencias del ducto. El diseño de estas válvulas deberá tomar en cuenta la seguridad pública y que además no rebase por carga hidrostática la presión interna de la tubería y la capacidad de presión de los componentes del ducto. Así mismo, de optarse por la instalación de válvulas de retención, deberán considerarse los arreglos necesarios que permitan la inspección interior del ducto, así como de limpieza como instrumentados de última generación.

Asimismo, las válvulas de seccionamiento en ductos de transporte deben ser lubricables, estar debidamente soportadas y ancladas de acuerdo a un análisis de flexibilidad a fin de verificar que el estado de esfuerzos, no sobrepase los permisibles del material; el rango de presión-temperatura de la válvula, deberá ser igual o mayor a las condiciones de diseño del ducto; todas las válvulas deben contar con un dispositivo que indique claramente la posición cerrada o abierta en que se encuentren. Todas las válvulas deben contar con una inscripción en relieve o placa en la que se indique: marca, diámetro nominal, presión o clase y material del cuerpo.

Derecho de vía

Los derechos de vía o franja de terreno donde se alojará la tubería deben tener especificaciones de señalización, no se podrá transitar con maquinaria pesada ni se llevarán a cabo excavaciones de ninguna profundidad;

Señalamientos

Sobre el derecho de vía y en las instalaciones del gasoducto se instalarán las señales necesarias para localizar e identificar estas instalaciones, así como para delimitar la franja de terreno donde se alojan, con el fin de reducir daños a las mismas.

Los señalamientos se clasifican en tres tipos: informativo, restrictivo y preventivo, apegado a los lineamientos marcados por NOM-026-STPS-2008.

Señalamiento Tipo Informativo.

Las señales de tipo informativo tienen por objeto informar la localización de los ductos, caminos de acceso e instalaciones para fines de identificación y de inspección.

Señalamiento Tipo Restrictivo

Los señalamientos de tipo restrictivo indican la restricción de actividades que pongan en riesgo la seguridad de las personas y las instalaciones, así como de las instalaciones y poblaciones aledañas a las mismas.

Señalamiento Tipo Preventivo

Los señalamientos de tipo preventivo tienen la función de prevenir al público acerca de las condiciones de riesgo en la ejecución de trabajos de construcción y de mantenimiento, advirtiendo los daños que éstos pueden ocasionar.

Medidas preventivas

A continuación, se describen las medidas preventivas, programas de mantenimiento e inspección, así como los programas contingencias que se aplicaran durante la operación normal del proyecto, para evitar el deterioro del ambiente, además de aquellas medidas orientadas a la restauración de la zona afectada.

Programa de mantenimiento

El Centro de Trabajo cumplirá con el punto 12.2 de la norma NOM-028-STPS-2012 Organización del Trabajo-Seguridad en los procesos de sustancias químicas, referente a que debe contar con un programa de mantenimiento preventivo que incluya todo el equipo crítico relacionado con el proceso usando los procedimientos correspondientes.

El mantenimiento preventivo, que se implantará en el Centro de Trabajo considera a la totalidad de las instalaciones y equipos mecánicos, eléctricos, electrónicos y neumáticos estáticos y dinámicos, líneas, instrumentación, obras civiles y de servicios, sistema contra incendio y de seguridad física de la instalación. Basará su funcionamiento en el llamado catálogo de planes, mediante la emisión programada de órdenes de trabajo, en las que se detallan las actividades a realizar en cada tipo de servicio, ya sea mensual, bimestral, trimestral, semestral o anual. Las órdenes de trabajo emitidas incluyen espacios para el reporte de los trabajos realizados, materiales utilizados y tiempos empleados en su ejecución, así como los nombres y firmas de las personas que intervienen en dichas actividades. Esta información es alimentada a la base de datos del sistema, de tal manera, que se creará el historial de cada una las instalaciones y equipos, lo que finalmente llevará a la implantación de un sistema de mantenimiento predictivo, que evitará en el futuro, los paros no programados por fallas imprevistas de los sistemas.

El sistema de control computarizado del mantenimiento permite un rápido acceso a la información requerida. Para la realización de los trabajos, es requisito de seguridad elaborar y obtener la autorización de un "Permiso de trabajo", en el que se hace un análisis de la tarea para determinar los riesgos en su ejecución. Durante la ejecución de los trabajos se realizan inspecciones para verificar el cumplimiento de los requisitos de seguridad solicitados.

La aplicación y ejecución sistemática de los programas de mantenimiento preventivo permitirá una óptima conservación de las instalaciones. Las tuberías, uniones y accesorios estarán protegidas con pinturas anticorrosivas, soportadas y sujetas de

acuerdo a normas y códigos, con la señalización respectiva en materia de identificación, dirección de flujo, código de colores y en su instalación reflejan lo indicado en planos.

Medidas de protección

a) Sistemas y equipo de comunicación y alarma.

La Organización contará con un sistema de comunicación los cuales constan de radios portátiles, un radio base y telefonía interna de TELMEX. Además, cuenta con mecanismos de comunicación y alarma que permiten el enlace en caso de emergencias, con las diferentes áreas en el interior de la instalación, empresas filiales y organismos externos.

La Instalación cuenta con números telefónicos de emergencia que, al recibirse el aviso de una emergencia por parte de un particular, dependencia, trabajador, entre otros., es canalizada vía Centro de Control, el cual lo hace del conocimiento de los miembros del Comité de Emergencias o personal que efectúe en esos momentos las funciones correspondientes.

c) Sistema de tierras físicas y sistema pararrayos.

La Central instalará un sistema de tierras integrado por un conjunto de conductores, electrodos, accesorios y otros elementos que interconectados eficazmente entre sí, tienen por objeto conectar a tierra a elementos que pueden generar o acumular electricidad estática.

La Central contará con un sistema de pararrayos el cual consiste en dispositivos para recibir, coleccionar o desviar las descargas eléctricas atmosféricas a tierra.

d) Rutas de evacuación y punto de reunión

Los puntos de reunión se establecerán considerando que las rutas de evacuación no deben encontrarse en la dirección de los vientos dominantes. La instalación contará con letreros de señalización de rutas de evacuación distribuidas estratégicamente en toda la Central y existirán dos puntos de reunión.

7.5.2 Programa de seguridad e inspección

El área de Seguridad Industrial de la Organización realizará inspecciones periódicas (diarias, semanales, quincenales, mensuales y anuales) de los equipos y sistemas de seguridad y prevención con la finalidad de detectar oportunamente desviaciones para su atención. El Programa de Actividades de Seguridad, el cual contempla las siguientes inspecciones:

- Grupo 1.- Actividades dirigidas al hombre (inspecciones preventivas de riesgo), Observación de Tareas, Observación de Tareas Críticas, Observación de Comportamiento Seguro, Aplicación de AIPR, Reunión de Inicio de Jornada
- Grupo 2.- Actividades dirigidas a las instalaciones, Guías de Inspección, Evaluaciones de Seguridad a la Infraestructura, Identificación y Evaluación de Riesgos, Delimitaciones, Recorridos.
- Grupo 3.- Actividades dirigidas a los dispositivos o sistemas que deben operar en casos de emergencia, Guías de Inspección de Seguridad, Programa anual de Mantenimiento a los Extintores, Programa Anual de la red contra incendios
- Grupo 4.- Actividades dirigidas a los equipos e instalaciones contra-incendio, Mantenimiento y pruebas a los dispositivos de seguridad, simulacros, practicas

Grupo 1.- Actividades dirigidas al hombre (inspecciones preventivas de riesgo).

a) Condiciones de riesgo. El objetivo es detectar y corregir efectivamente las condiciones de riesgo en todas las áreas o sectores del centro de trabajo, para lograr que los trabajos derivados de las inspecciones sean efectuados oportunamente (incluir registros eléctricos, registros aceitosos, soportes elevados, luminarias, explosividad de áreas).

b) Establecer los períodos de la revisión y prueba del equipo de protección personal fijo instalado en las plantas de proceso, con la finalidad de mantenerlo en óptimas condiciones de servicio (se tiene un programa anual de mantenimiento y recarga a los extintores). Se cuenta con guías de Inspección de regaderas de emergencias y botiquines de primeros auxilios, equipos de respiración autónoma.

c) Capacitación. Dar difusión a la información de seguridad como son normas, procedimientos y reglamentaciones, así como las formas correctas del uso del equipo de protección personal, con el objeto de evitar que se produzcan accidentes por el

desconocimiento de dicha información (incluir uso correcto de equipo básico de seguridad (casco, lentes, entre otros) para empleados y contratistas, análisis de seguridad del trabajo para empleados y contratistas), se imparte año con año el Curso de Comportamiento Proactivo hacia la seguridad a todo el personal así como practicas con los dispositivos de seguridad.

d) Simulacro Operacional. El objetivo es entrenar al personal operativo para que su respuesta sea oportuna y segura en situaciones de emergencia, se lleva a cabo simulacros de manera aleatoria, así como prácticas con el apoyo del personal de la brigada.

e) Pláticas y Prácticas Contra-incendio. El objetivo es entrenar al personal en los conocimientos teórico-prácticos básicos de la utilización oportuna y eficiente de los sistemas contra-incendio, así como las formas correctas del uso de equipo de protección personal, con la finalidad de prevenir la iniciación de un fuego o controlar y apagar un incendio.

f) Simulacros Contra-Incendio. El objetivo es entrenar al personal del centro de trabajo mediante su participación directa en simulaciones de emergencias, detectar y evaluar las fallas que pueden presentarse durante los simulacros contra-incendio, Asegurar que los equipos, materiales y sistemas que sean esenciales para el combate de un incendio, se encuentren en las mejores condiciones de conservación y operación que aseguren su uso inmediato, mantenga familiarizado con la ubicación de puntos de reunión, de instalaciones y equipos del centro de trabajo, ponga en práctica en forma simulada las acciones que debe llevar a cabo en un hecho real, de tal manera que las conozca completamente.

g) Programar y realizar campañas de seguridad, que sirvan para mejorar las condiciones de seguridad en cada centro de trabajo (incluir uso de ropa de trabajo y equipo de protección personal, aplicación de reglamentos y procedimientos de seguridad, abatimiento de los índices de accidentalidad.

Grupo 2.- Actividades dirigidas a las instalaciones.

a) Verificar la condición física de las tuberías y equipos para detectar cuándo es necesaria la sustitución parcial o total de los mismos; con el fin de prevenir riesgos y de programar con oportunidad los cambios necesarios, para así acortar los períodos de reparación y prolongar las corridas operacionales.

Grupo 3.- Actividades dirigidas a los dispositivos o sistemas que deben operar en casos de emergencia.

El objetivo consiste en que los sistemas de protecciones estén completos y operables, y que alarmen, disparen e interactúen con los procesos, operando en sus valores de calibración correctos, para proteger equipos e instalaciones, en caso de descontrol en los procesos operativos.

a) Revisión y Calibración de Válvulas de Seguridad-Relevo. Lograr que estos dispositivos operen eficientemente cuando ocurran incrementos de presión en los sistemas de tuberías y equipos por descontrol operacionales ó emergencias.

Grupo 4.- Actividades dirigidas a los equipos e instalaciones contra-incendio. Revisión y conservación de equipo e instalaciones contra-incendio estén en condiciones de uso y que su localización sea la apropiada.

a) Inspección y verificación de los extintores de polvo químico seco y CO2 existentes en las diferentes áreas.

b) Revisión y conservación de equipo y sistemas fijos contra-incendio. Que los sistemas fijos de contra-incendio empleados como protección en las instalaciones operativas, almacenamiento, estén en condiciones de uso y sin limitaciones, para que funcionen correctamente en caso de emergencia.

7.6. Impactos residuales.

Se considera que los impactos residuales son aquellos que se mantienen en el ambiente aún después de ejecutar las medidas de mitigación. Es decir, este refiere a la diferencia en la calidad ambiental sin el proyecto y la calidad ambiental con el proyecto.

Por lo anterior, con los resultados obtenidos de significancia en el capítulo V del presente DTU, se puede afirmar que los impactos residuales negativos de mayor significancia corresponden a el paisaje (impacto residual moderadamente significativo), como consecuencia de la Central de Combustión Interno (CCI) Parque Industrial; ya que son actividades que son permanentes y no hay medidas viables de mitigación que puedan evitar o disminuir directamente el impacto. El resto de los impactos negativos residuales resultaron como no significativos o poco significativos.

7.7. Seguimiento y control (monitoreo) – VER CAPÍTULO V - DTU

Las acciones de vigilancia y control ambiental serán implementadas a través de una supervisión en sitio, particularmente en los frentes de obra e infraestructura temporal asociada (almacenes, campamentos, oficinas, etc.). Esta actividad será realizada por el supervisor ambiental quién tendrá la capacidad técnica suficiente para detectar aspectos críticos, además de la facultad de definir estrategias y/o proponer el ajuste o modificación de actividades que en su momento pudieran impactar de manera significativa el ambiente. De entre las actividades que el supervisor ambiental desarrollará destacan las siguientes:

- Vigilar el cumplimiento ambiental del Proyecto.
- Documentar y dar seguimiento al cumplimiento ambiental mediante la aplicación de indicadores de eficacia.
- Informar el estado que guarda el cumplimiento ambiental.
- Apoyar en el levantamiento de notas de bitácora referentes al incumplimiento ambiental.
- Mantener actualizado el expediente de cumplimiento ambiental.
- Solicitar y en su caso, generar los reportes, informes o evidencias correspondientes.
- Acompañar en los eventos de inspección que efectúe la autoridad ambiental.
- Notificar y participar en el análisis y resolución de los problemas ambientales que interfieran con el avance del Proyecto.

7.7.1 Indicadores para medir el cumplimiento y éxito de las medidas ambientales

Para las medidas ambientales vinculadas a aspectos considerados como relevantes y que por experiencia se sabe que son preponderantes durante la implementación de un proyecto como el que nos ocupa, se aplicarán los indicadores y umbrales señalados en las tablas VII.3.1-1 a 6 con el fin de conocer el porcentaje de cumplimiento de los objetivos para los cuales fueron diseñadas, además del grado de integración ambiental logrado por el proyecto. Debido al comportamiento de los indicadores se deducirá la necesidad o no de aplicar medidas correctivas de carácter complementario, esto mismo aplica al momento de identificar impactos no considerados en este estudio.

En cuanto a umbrales, se tienen de alerta e inadmisibles, los primeros señalarán el punto en el que deben entrar en funcionamiento las medidas correctoras complementarias, y los segundos refieren al punto en el que será difícil o ya no se podrá aplicar la medida ambiental. Los indicadores y umbrales serán usados en cada comprobación y valoración la atención ambiental del proyecto, su valoración se registrará en términos de la conformidad del cumplimiento y aplicación.

Tabla ;Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.-1. Indicador general para el seguimiento, evaluación y control del cumplimiento ambiental del Proyecto

Indicador	Cumplimiento ambiental
Objetivo	Seguimiento y control de las medidas ambientales del Proyecto
Descripción	Relación entre las medidas ambientales aplicables al periodo que se evalúa y aquellas que se ejecutaron
Cálculo	$CU = \frac{\text{Acción ejecutada}}{\text{Acción programada}} \times 100$
Indicador de cumplimiento	100 %
Umbral de alerta	<100 %
Umbral inadmisible	<95 %
Frecuencia de aplicación	Mensual

Tabla ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.-2. Indicadores para el seguimiento, evaluación y control de aspectos relevantes del factor Atmósfera (aire)

Indicador	Emisiones
Objetivo	Seguimiento y control de las emisiones gaseosas
Sujeto de control	Chimeneas
Etapa	Operación y Mantenimiento
Descripción	Relación entre las mediciones realizadas y aquellas que cumplen con la legislación
Cálculo	$\frac{\text{No. de mediciones que cumplen con la legislación}}{\text{No. de mediciones realizadas}} \times 100$
Indicador de cumplimiento	100 %
Umbral de alerta	<100 %
Inadmisibile	<98 %
Indicador	Ruido
Objetivo	Seguimiento y control del nivel acústico
Sujeto de control	Maquinaria y equipo generador de ruido
Etapa	Preparación del sitio; Construcción y Abandono
Descripción	Relación entre las mediciones realizadas y aquellas que cumplen con la legislación
Cálculo	$\frac{\text{No. de mediciones que cumplen con la legislación}}{\text{No. de mediciones realizadas}} \times 100$
Indicador de cumplimiento	100 %
Umbral de alerta	<100 %
Umbral inadmisibile	<95 %
Frecuencia de aplicación	Mensual

Tabla ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.-3. Indicadores para el seguimiento, evaluación y control de aspectos relevantes del factor Suelo

Indicador	Cambio de uso del suelo
Objetivo	Seguimiento y control del cambio de uso del suelo
Sujeto de control	Áreas autorizadas para el Proyecto
Etapa	Preparación del sitio
Descripción	Relación entre la superficie intervenida y la superficie autorizada
Cálculo	$\frac{\textit{Superficie intervenida}}{\textit{superficie autorizada}}$
Indicador de cumplimiento	1
Umbral de alerta	>1
Umbral inadmisibles	>1
Frecuencia de aplicación	Mensual
Indicador	Características químicas_1
Objetivo	Seguimiento y control del manejo y disposición de residuos
Sujeto de control	Residuos sólidos urbanos, de manejo especial, peligrosos y biológico infecciosos
Etapa	Preparación del sitio, Construcción y Abandono
Descripción	Relación entre los residuos generados y los residuos enviados a disposición (generación, segregación, recolección y transporte interno, almacenamiento temporal y disposición final de los residuos)
Cálculo	$\frac{\textit{Volumen de los residuos enviados a disposición}}{\textit{Volumen de los residuos generados}} \times 100$
Indicador de cumplimiento	100 %
Umbral de alerta	<100 %
Umbral inadmisibles	<98 %
Frecuencia de aplicación	Mensual

Indicador	Contingencias
Objetivo	Seguimiento al cumplimiento del Plan de Respuesta a Emergencias
Sujeto de control	Contingencias
Etapas	Preparación del sitio, Construcción y Abandono
Descripción	Relación entre las contingencias presentadas y la solución de estas
Cálculo	$\frac{\text{No. de contingencias atendidas oportunamente y solucionadas}}{\text{No. de contingencias presentadas}} \times 100$
Indicador de cumplimiento	100 %
Umbral de alerta	<99 %
Umbral inadmisibles	<95 %
Frecuencia de aplicación	Mensual
Indicador	Características químicas_2
Objetivo	Seguimiento al parque vehicular
Sujeto de control	Vehículos y maquinaria
Etapas	Preparación del sitio, Construcción y Abandono
Descripción	Relación del número de vehículos y maquinaria a los cuales se les dio mantenimiento y el número de vehículos y maquinaria programados para mantenimiento
Cálculo	$\frac{\text{No. de de vehículos y maquinaria a los cuales se les dio mantenimiento}}{\text{No. vehículos y maquinaria programados para mantenimiento}} \times 100$
Indicador de cumplimiento	100 %
Umbral de alerta	<80 %
Umbral inadmisibles	<75 %
Frecuencia de aplicación	Mensual

Tabla ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.-4. Indicadores para el seguimiento, evaluación y control de aspectos relevantes del factor Vegetación

Indicador	Cobertura
Objetivo	Seguimiento y control del manejo de la vegetación
Sujeto de control	Vegetación que será removida
Etapas	Preparación del sitio
Descripción	Relación entre los elementos vegetales reubicados y la supervivencia
Cálculo	$\frac{\text{No. de ejemplares que sobrevivieron}}{\text{No. de ejemplares plantados}} \times 100$
Indicador de cumplimiento	98 %
Umbral de alerta	<90 %
Umbral inadmisibles	<80 %
Frecuencia de aplicación	Mensual

Tabla ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.-5. Indicadores para el seguimiento, evaluación y control de aspectos relevantes del factor Fauna

Indicador	Especies de lento desplazamiento y/o protegidas
Objetivo	Seguimiento y control de las actividades de rescate y reubicación de fauna
Sujeto de control	Fauna presente en el área del Proyecto
Etapas	Preparación del sitio y Construcción
Descripción	Relación entre los individuos de fauna rescatados y aquellos reubicados con éxito
Cálculo	$\frac{\text{No. de individuos reubicados con éxito}}{\text{No. de individuos rescatados}} \times 100$
Indicador de cumplimiento	100 %
Umbral de alerta	<99 %
Umbral inadmisibles	<98 %
Frecuencia de aplicación	Mensual

Tabla ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.-6. Indicadores para el seguimiento, evaluación y control de aspectos relevantes del factor Social

Indicador	Difusión ambiental
Objetivo	Seguimiento y control de las actividades de comunicación y concienciación ambiental
Sujeto de control	Calendario de comunicación y concienciación ambiental
Etapas	Preparación del sitio y Construcción
Descripción	Relación entre el número de actividades ejecutadas y el número de actividades programadas
Cálculo	$\frac{\text{No. de actividades de difusión ejecutadas}}{\text{No. de actividades de concienciación programadas}} \times 100$
Indicador de cumplimiento	100 %
Umbral de alerta	<80 %
Umbral inadmisibles	<60 %
Frecuencia de aplicación	Mensual
Indicador	Riesgo de accidentes
Objetivo	Seguimiento y control de la colocación de señalética
Sujeto de control	Sitios que requieren señalética
Etapas	Preparación del sitio y Construcción
Descripción	Relación entre el número de sitios que requieren señalética y el número de sitios con señalética colocada
Cálculo	$\frac{\text{No. de sitios que requieren señalética}}{\text{No. de sitios con señalética colocada}} \times 100$
Indicador de cumplimiento	100 %
Umbral de alerta	<80 %
Umbral inadmisibles	<60 %
Frecuencia de aplicación	Mensual

Indicador	Percepción
Objetivo	Seguimiento y control de la impresión al Proyecto
Sujeto de control	Comunicados recibidos
Etapas	Preparación del sitio y Construcción
Descripción	Relación entre el número de solicitudes y/o reclamos por la construcción de la obra y el número de solicitudes y/o reclamos atendidos
Cálculo	$\frac{\text{No. de solicitudes por la construcción de la obra}}{\text{No. de solicitudes atendidos}} \times 100$
Indicador de cumplimiento	100 %
Umbral de alerta	<80 %
Umbral inadmisibles	<60 %
Frecuencia de aplicación	Mensual

7.7.2 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas.

Como medida complementaria para contrarrestar cualquier impacto no previsto y con la finalidad de resarcir el daño ecológico al ecosistema, a continuación se **incluyen algunas especificaciones que se adhieren y/o forman parte integrante de una póliza expedida por aseguradora interacciones, S.A. de C.V. grupo financiero interacciones a nombre y a favor de la Comisión Federal de Electricidad.**

7.8 Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo.

El Artículo 7, Fracción XXXIII de la LGDFS señala: “la restauración forestal es el conjunto de actividades tendientes a la rehabilitación de un ecosistema forestal degradado, para recuperar parcial o totalmente las funciones originales del mismo y mantener las condiciones que propicien su persistencia y evolución”.

La restauración de las áreas a intervenir por la ejecución del CUSTF implica la intervención del hombre para la recuperación de las mismas por la remoción de la vegetación. Considerando que se cambiará la condición de los recursos forestales, la restauración debe considerar las actividades necesarias para llevar el ecosistema degradado a las condiciones que presenta antes de la alteración, donde se incluye su composición, estructura, funcionalidad y servicios ecosistémicos que presta.

Por lo que los costos estimados para la restauración incluyen desde la preparación del terreno y adquisición de plantas hasta su mantenimiento y establecimiento a 20 años, tiempo considerado como el mínimo donde la vegetación establecida puede brindar los mismos servicios ambientales que actualmente ofrece y las obras de conservación de suelos necesarias para minimizar los procesos erosivos.

7.9. Costo de las actividades de restauración

La estimación del costo total de restauración del recurso natural depende de las condiciones actuales de sitio y de la naturaleza del proyecto y en él se incluye la reforestación, la conservación de suelos y el mantenimiento.

7.9.1. Estimación del costo de las actividades de reforestación

La estimación del costo de las actividades de reforestación por motivo del cambio de uso de suelo en terrenos forestales se establece tomando como base la superficie de bosque, selva o vegetación de zona árida que se afectará, asimismo se establece un periodo de 20 años, dado que en ese lapso de tiempo se estima obtener los mismos recursos que serán afectados en cantidad y calidad.

Dentro de los costos para las actividades de reforestación se incluyen: el de las herramientas, los jornales para la ejecución de cada actividad, los de las plantas que sean necesarias establecer y el medio de transporte o vehículo y la asesoría técnica. De esta forma se estimaron los siguientes costos por concepto, (tabla VII.35).

Tabla VII.5. Costos de las actividades de reforestación

Actividad	Cantidad/ha	Unidad	Precio Unitario(\$)	Costo (\$/ha)	Superficie afectada	Costo total(\$)
Preparación del terreno	90	Jornales	120.00	10,800.00	9	97,200.00
Plantación	46	Jornales	120.00	5,520.00	9	49,680.00
Asesoría técnica	20	Jornales	400.00	8,000.00	9	72,000.00
Adquisición de plantas	1200	Piezas	3.00	3,600.00	9	32,400.00
Flete	1	S/U	2,000.00	2,000.00	9	18,000.00
Herramientas	1	S/U	18,000.00	18,000.00	9	162,000.00
Total	---	---	---	47,920.00	9	431,280.00

El año en que se efectúa la reforestación es considerada como el año cero (T_0), este es sin duda el periodo que demanda la mayor cantidad de recursos por el número de actividades que involucra. El costo total de esta etapa se estimó en \$ **47,920.00** (cuarenta y siete mil novecientos veinte pesos 00/100 M.N) en la superficie total (1.00 ha), es decir, \$ **431,280.00** (Cuatrocientos treinta y un mil doscientos ochenta pesos 00/100 M.N) por la 9 hectáreas.

7.9.2. Estimación del costo de las actividades de conservación de suelo y agua

Derivado de los problemas erosivos que actualmente sufren las áreas forestales por la pérdida de suelo y agua, luego de efectuarse actividades de cambio de uso en el suelo por actividades agropecuarias o de desarrollo en infraestructura, se hace necesario tomar medidas que coadyuven a disminuir los problemas erosivos y de infiltración. Estudios recientes demuestran que más del 50% de los suelos del país presentan serios

problemas de degradación, causados por erosión de tipo hídrica, principalmente. Por ello es necesario diseñar estrategias de protección, conservación, recuperación y restauración de suelos forestales. En la actualidad existen un gran número de prácticas tendientes a lograr tal fin, y van desde obras sencillas como el acomodo de ramas en sentido perpendicular a la pendiente, hasta las complejas presas de piedra acomodada. La realización de una u otra actividad, estará en función de las condiciones del terreno donde se pretendan implementar.

En específico, para el diseño y construcción de obras de conservación de suelo en el área donde se pretende realizar la obra del proyecto en estudio, se consideraron parámetros como la pendiente media del terreno, presencia de tierras frágiles, tipos de suelo e intervalo de precipitación. De esta manera, se consideraron como obras factibles a desarrollar dentro de los terrenos donde se llevará a cabo el CUSTF, las siguientes:

- Fajita o cordón de geocostal relleno de arena
- Zanjas bordo

Los costos determinados por tipo de obra se aprecian en la tabla VII.6 y 7. Tomando en consideración la cantidad de obras de conservación de suelo necesarias para mitigar la pérdida de suelo que genera el proyecto en cuestión y la disminución en la infiltración en la superficie solicitada para la ejecución del CUSTF.

Tabla VII.6. Costo de las obras de material muerto (fajitas o cordones)

Obra	Costo (\$)/ obra	Número de obras a ejecutar	Costo total (\$)
Construcción de la fajita o cordón de geocostal relleno de arena	3500.00	24	84,000.00

Zanjas bordo

El costo referente a las obras de zanjas, se estimó a partir de los costos que se tendrán por el trazo de las curvas de nivel por cada obra del proyecto, excavación, conformación del bordo y asesoría técnica para la buena realización de las mismas.

Se implementarán obras de conservación de suelos en la superficie donde se realizará el CUSTF (**9.00** hectáreas): Se construirán **6.0 zanjas bordo** para el proyecto en estudio siguiendo las curvas a nivel, se propone la realización las zanjas bordo con una longitud de 20.0 cada uno. Estos se establecerán en un predio aun costado y dentro de donde se efectuará el CUSTF en una superficie de **3.0 ha** aproximadamente, se propone realizar un gran total de **6.0 zanjas bordo** con una longitud de **20.0 metros**.

Los costos del total de las zanjas bordo en las áreas totales de CUSTF, que comprende el proyecto es de **\$\$51,960.00**, (tabla VII.7).

Tabla VII.7. Costos en pesos mexicanos por hectárea de las medidas de mitigación para captación e infiltración (zanjas bordo).

ACTIVIDAD	CANTIDAD /ha	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO para 2.0 obras/ha	COSTO TOTAL PARA 3.0 HA
Trazo de curvas a nivel	3	Jornal	\$200.00	\$4,156.80	\$12,470.40
Excavación	3	Jornal	\$200.00	\$4,156.80	\$12,470.40
Conformación del bordo	4	Jornal	\$200.00	\$5,542.40	\$16,627.20
Asesoría técnica	1	Jornal	\$500.00	\$3,464.00	\$10,392.00
TOTAL	11		\$1,100.00	\$17,320.00	\$51,960.00

De acuerdo a la información plasmada en la tabla anterior, se calcula que el costo de las zanjas bordo es de **\$ 51,960.00** pesos M.N./3.0 hectáreas. Por lo tanto, para las **6.00** zanjas bordo que se requieren para las obras de este proyecto, el costo será total de las zanjas bordo será de **\$51,960.00** pesos M.N., más los **\$ 84,000.00** pesos M.N de las fajitas o cordones de vegetación. De esta manera, se estima que el costo económico de la superficie total, equivale a **\$135,960.00** (ciento treinta y cinco mil novecientos sesenta pesos 00/100 M.N.).

7.10. Costo de las actividades de mantenimiento

Para lograr el éxito de las etapas anteriores (reforestación y establecimiento de las obras de conservación de suelo y agua), se hace necesario implementar actividades de mantenimiento, posterior a la construcción de éstas. El periodo de ejecución de cada acción estará en función de su naturaleza y objetivo. Así, existirán trabajos que deberán realizarse durante los 20 años programados, periodo en el que se prevé el ecosistema

ha recuperado parte o la totalidad de sus funciones biológicas y ecológicas, y otras que sólo aplicarán en los primeros 12 años. El tipo de actividad a implementar y la duración de la misma determinarán el costo estimado para la misma. Dentro de las actividades de mantenimiento más importantes para lograr los objetivos de la restauración se encuentran las siguientes: reposición de plantas, control de malezas, control de patógenos, fertilización y protección (brechas cortafuego); para las obras de conservación de suelos, las actividades de mantenimiento son las de reparación de las obras.

De esta manera, en la tabla VII.8 se desglosan los costos de las actividades de mantenimiento por hectárea y en la superficie total a intervenir durante la realización del CUSTF.

Tabla VII.8. Costo de las actividades de mantenimiento

Actividad	Cantidad/ ha/año	Unidad	Precio Unitario(\$)	Costo (\$/ha)	Superficie Afectada (ha)	No. Años	Costo total (\$)
Reposición de plantas	9	Jornales	120.00	1,080.00	9	12	116,640.00
Reposición de plantas	500	Pza	3.00	1,500.00	9	12	162,000.00
Control de malezas	10	Jornales	120.00	1,200.00	9	12	129,600.00
Control de patógenos	5	Jornales	120.00	600.00	9	12	64,800.00
Control de patógenos	3	kg o lt	190.00	570.00	9	12	61,560.00
Fertilización	5	Jornales	120.00	600.00	9	20	108,000.00
Fertilización	3	kg	100.00	300.00	9	20	54,000.00
Herramientas	1	s/u	1,180.00	1,180.00	9	12	127,440.00
Brechas cortafuego	16	s/u	120.00	1,920.00	9	20	345,600.00
Mantenimiento a obras de conservación de suelo	20		120.00	2,400.00	9	20	432,000.00
Asesoría técnica	10	Jornales	350.00	3,500.00	9	12	378,000.00
Total	---	---	---	14,850.0	9		1,979,640.00

El control de malezas será puntual, dado que lo que se pretende es lograr la rehabilitación del ecosistema, no es recomendable eliminar la vegetación de ningún estrato, de tal forma que esta actividad sólo se hará en los sitios donde se planten árboles o arbustos, eliminando la competencia y favoreciendo el desarrollo de éstos.

El costo total considera la cantidad de materiales e insumos a emplear, el total de hectáreas a intervenir y el número de años que se efectuará el mantenimiento, así, se determinó que en las **9.00** ha donde se hará el CUSTF, para lograr su restauración, será

necesario destinar un monto total de \$ **1,979,640.00** (un millón novecientos setenta y nueve mil seiscientos cuarenta pesos 00/100 M.N.) para los trabajos de mantenimiento.

7.11. Costo total de las actividades de restauración

El costo total de las actividades de restauración resulta de la suma de los costos de reforestación, conservación de suelo y mantenimiento. En la tabla VII.9 se presentan el resumen del costo total de las actividades de restauración en la superficie donde se efectuará el CUSTF.

Tabla VII.9. Costo total de las actividades de restauración

Concepto	Superficie afectada (ha)	Costo total \$
Reforestación	9	431,280.00
Conservación de suelos	9	135,960.00
Mantenimiento	9	1,979,640.00
TOTAL	9	2,546,880.00

De acuerdo a la información presentada los costos totales de las actividades de restauración y mantenimiento se estiman en \$ **2,546,880.00** (dos millones quinientos cuarenta y seis mil ochocientos ochenta 00/100 M.N.).

CAPÍTULO VIII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Contenido

8. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	2
8.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto	3
8.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto	5
8.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación	6
8.4. Pronóstico ambiental	10
8.5 Evaluación de alternativas	11

8. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

El Proyecto CCI Parque industrial está inmerso en el municipio de San Luis Río Colorado, estado de Sonora, donde predomina la Vegetación secundaria arbustiva de vegetación de desiertos arenosos y forma parte prácticamente de la zona urbana de la ciudad de San Luis Río Colorado. Las unidades de análisis relacionadas del Proyecto son el Sistema Ambiental Regional (SAR) o Cuenca hidrográfica forestal (CHF), el Área de Influencia (AI) y Área del Proyecto (AP) que corresponde al espacio para realizarán las obras y/o actividades principales.

Los cambios ambientales que sucederán en estas áreas se basan en la naturaleza técnica del Proyecto expuesta en el Capítulo II, en la vinculación del Proyecto con los usos del suelo expresada en el Capítulo III y en la línea base señalada en el Capítulo IV, así como en la identificación y evaluación de los impactos ambientales del Capítulo V, como en las medidas ambientales a aplicar expuestas en el Capítulo VII.

Los pronósticos dados que se presentarán, se describen con el objetivo de integrar una perspectiva de los aspectos ambientales, sociodemográficos y técnicos en las unidades espaciales del Proyecto. Se coenciben tres posibles escenarios son:

1. *Descripción y análisis del escenario sin proyecto.* Partiendo del diagnóstico ambiental o la línea base en que se encuentran los factores de los componentes abiótico, biótico, perceptual y socioeconómico, sin el establecimiento del Proyecto. Para definir los cambios en las tendencias y grado de conservación o de perturbación del medio sin la ejecución del Proyecto.
2. *Descripción y análisis del escenario con proyecto.* Este escenario supone la ejecución del Proyecto sin la aplicación de las medidas de mitigación y corrección ambientales. Se consideran las tendencias de cambio descritas previamente sobreponiendo los impactos ambientales relevantes que generará el Proyecto.
3. *Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.* Para el desarrollo de este escenario con Proyecto pero considerar tanto las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección que aplicarán por el desarrollo del mismo, propuestas como las correspondientes

a los impactos residuales, destacando las mejoras que se pudiera presentar en la CHF o SAR por la implementación de las mismas.

Los resultados del análisis de los posibles escenarios, se describen de acuerdo a los principales componentes y factores ambientales con los que interactura el proyecto y que posiblemente modifique sus características inherentes descritas en el Capítulo IV.

8.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto

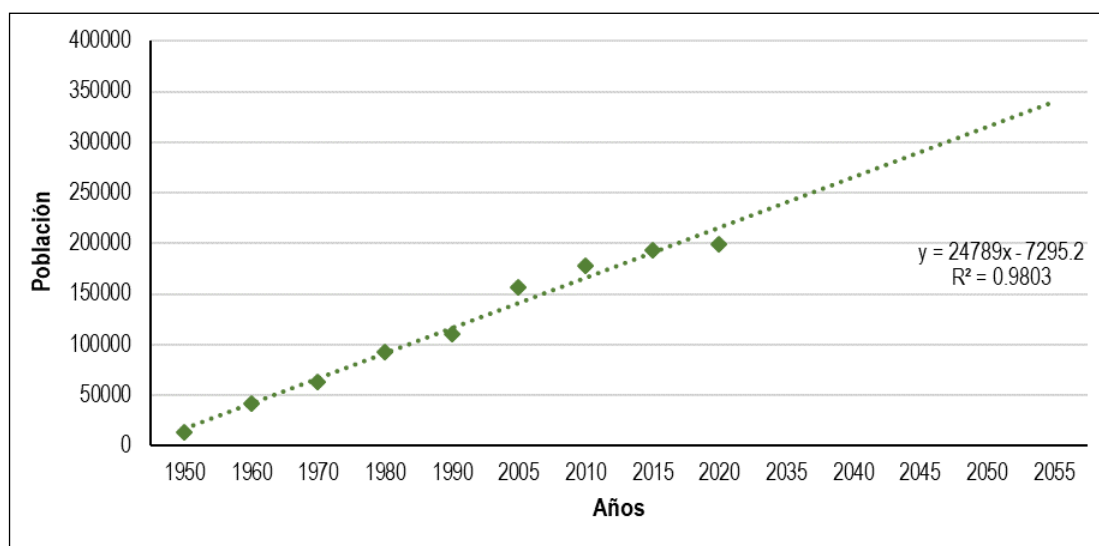
El Proyecto se ubica en la Cuenca Hidrográfica Forestal o Sistema Ambiental Regional con una superficie de 18,077 ha, donde se diferencian cuatro usos de suelo según la carta temática de la Serie VI de INEGI (2017). El uso de suelo denominado: “vegetación secundaria arbustiva de vegetación de desiertos arenosos” tiene la mayor superficie del total de la CHF o SAR, 11,822.76 ha (65,4%), el “urbano construido” con 1,426.33 ha (7.89%), “agricultura de riego permanente” con 498.98 ha (2.76%). El Área del Proyecto forma parte del uso de suelo de **vegetación secundaria arbustiva de vegetación de desiertos arenosos**, cuya composición esta dada por plantas herbáceas anuales y perennes, así como por arbustos menores de 1.50 metros de alto representando a las comunidades de matorral micrófilo, sarcocaulo o vegetación halófila. Cabe mencionar que en dicha área no se registró especies de flora en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, con respecto a la fauna, en el predio se registraron dos especies prioritarias según dicha norma, del grupo de los reptiles, *Callisaurus draconoides* (Cachora arenera, Amenazada A) y *Crotalus cerastes* (cascabel cornuda, bajo Protección especial Pr).

El área de 9 ha destinada para construir el proyecto, sin considerar la inclusión de éste en dicha superficie, se prevé un escenario determinado por el modelo de ordenamiento territorial o zonificación de uso de suelo, destinos y reservas que se incluye en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro Población, San Luis Río Colorado, Sonora (2040) (ver Capítulo III), el cual es clasificado como “**Reserva condicionada mixta**” debido a las características físicas homogéneas que presenta, se considera una zona especial por su ubicación estratégica respecto la ciudad de San Luis Río Colorado, pueden en dicha zona alojarse usos especiales que se requiera al momento de la urbanización o utilización.

De esta manera se prevé que en el área del proyecto se establecerán en el futuro usos especiales como son uso de actividades compatibles tanto para el desarrollo habitacional como para la generación de energías renovables, actividades mixtas o industriales de bajo impacto.

Actualmente en dicha zona clasificada como “Reserva condicionada mixta” se observa el crecimiento urbano y actividades agrícolas, son las principales actividades que si bien se han considerado “legalmente compatibles” en la zona se observa cierta degradación y fragmentación de la cobertura vegetal. El cambio de uso de suelo en las áreas aún rurales de esta reserva, se debe principalmente a las actividades primarias de agricultura y ganadería, así como al crecimiento y formación de nuevas localidades de población.

Uno de los factores que también determinará el escenario del área de Proyecto sin la presencia de éste es el crecimiento poblacional. En la Gráfica VIII.1 se ilustra el pronóstico de crecimiento poblacional en los próximos años, lo cual constituye una de las mayores presiones sobre la ocupación del territorio de la CHF o SAR y sus inmediaciones. Tomando como referencia la tendencia de los valores publicados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) al año 2020, las proyecciones de población analizadas se estima que continúe, de tal modo que para el año 2055 (al término de la vida útil del Proyecto) estará alrededor de 350 000 de habitantes.



Gráfica VIII.1. Estimación del crecimiento poblacional en el período 1950-2055

El escenario actual se caracteriza por tener una dinámica socioeconómica acelerada y al alza, con una tendencia hacia el aprovechamiento del espacio terrestre, por su ubicación geográfica, ya que San Luis Río Colorado es un municipio fronterizo y su economía está vinculada con la estadounidense; desde hace varios años la economía en el estado de Sonora ha mantenido un ritmo de crecimiento positivo. Dado las características del municipio, presenta un índice de marginación y rezago social muy bajo, ya que más del 90% de los hogares cuentan con todos los servicios (energía eléctrica, agua, drenaje, entre otros).

En este Escenario sin Proyecto, la tendencia de crecimiento y desarrollo de infraestructura, falta por consolidarse, lo cual se asocia a una mayor presión sobre la demanda del servicio eléctrico; ya que según el Programa de Desarrollo del Sector Energético 2020-2034, se estima que la demanda máxima de energía eléctrica en la región de Baja California y Sonora, se incrementará anualmente 3,2% en promedio durante el período 2020-2025 y en el de 2020-2034 será de 3,2 %.

Sin embargo, en el área del Proyecto, su área de influencia y en la CHF o SAR, aún se conserva una cobertura vegetal con vocación forestal y que significa un habitat para la fauna, en una condición ambiental aceptable (ver capítulo IV) lo cual será impactada en un 100% en el área del proyecto (ver capítulo V), además de los componentes bióticos (flora y fauna) también se afectará la geomorfología (topografía campos de dunas) en su estructura, como en el suelo, balances climáticos y balance hídrico, por cualquier tipo de actividad humana de las permitidas que ahí se desarrolle para el cambio de uso de suelo como pueden ser la habitacional, industria o generación de energía.

8.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto

Considerando los aspectos que se caracterizan para el “Escenario 1 sin proyecto” basado principalmente en los criterios o estrategias de las políticas ambientales normativas para el cambio de uso de suelo en la zona clasificada como “Reserva condicionada mixta”. Para el “**Escenario con proyecto**” pero sin la aplicación de las medidas de mitigación y corrección, se preve un escenario con 31 impactos sobresalientes que tiene valoraciones 12 resultan con una significancia “Baja”, 13 con una valoración de significancia “Moderada”, 4 resultan con un valor “Alto” de significancias, y 2 resultan muy significativos negativos que ocurrirán a corto,

mediano y largo plazo causando molestias a la población, autoridades, generación de impactos residuales o acumulativos tanto en el área de proyecto como en el área de influencia y en la CHF o SAR.

Sin embargo, se prevé que el Proyecto coadyuve al sostenimiento de la demanda de energía eléctrica que requerirá el aumento en la demanda por parte de la población y el sector industrial y de servicios en la localidad. Asimismo, el Proyecto, contribuirá con la generación de empleos temporales y permanentes tanto para las localidades de San Luis Río Colorado (Sonora) y Mexicali (Baja California), así como para los habitantes de poblaciones aledañas. Contribuirá a la demanda de divisas por turismo, así como la conservación y mejora del estilo y calidad de vida en la población.

El escenario ambiental a futuro con el desarrollo del Proyecto dentro del SAR, AI y AP definidos, sin medidas ocasionará impactos ambientales adversos principalmente en su etapa constructiva a los individuos de flora y fauna silvestre que perderían parte de su hábitat al desaparecer en una superficie de 9 ha. Se rompería parte de la estructura geomorfológica y del suelo con los cuales se afectan en cierto grado los balances climáticos e hídricos. En la etapa operativa cambiará el paisaje y se contribuirá a disminuir la calidad del aire en la región.

8.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

Considerando los aspectos que se caracterizan para los “Escenario 1 y 2” basado principalmente en los criterios o estrategias de las políticas de crecimiento señaladas en la normativas para el cambio de uso de suelo en la zona clasificada como “Reserva condicionada mixta”. Para el **Escenario 3**, una forma de contrarrestar los aspectos de las actividades y obras que podrían poner en riesgo los recursos naturales que se caracterizan para la zona clasificada como “Reserva condicionada mixta” de la que forman parte la CHF o SAR, se le establecen condiciones de cumplimiento ambiental para los proyectos que son vinculados como es el caso del Proyecto **CCI Parque industrial**, el cual para su desarrollo debe cumplir, además de las medidas de mitigación descritas en el Capítulo VII lo siguiente:

Normatividad	Vinculación
Ordenamiento del Territorio.	

Normatividad	Vinculación
<p>10. Todo tipo de uso industrial o almacenaje de gran escala con carácter de alto riesgo y/o contaminación, deberá localizarse en zonas o corredores industriales diseñados para este fin. Deberán contar con una franja perimetral de aislamiento para el conjunto, con un ancho determinado según los análisis y normas técnicas, ecológicas que no deberán ser menores a 25 metros. Todo tipo de planta, aislada o agrupada deberá estar bardeada.</p>	<p>Para este Proyecto se considera la construcción de una barda perimetral, a fin de evitar, entre otros aspectos: minimizar el impacto por efecto del ruido generado por la futura CCI Parque Industrial al exterior.</p>
<p>12. Las áreas industriales en general y en particular, las emisoras de altos índices de contaminación atmosférica. Deberá emplazarse a sotavento de las localidades del centro de población, para facilitar la eliminación de contaminantes y reducir los riesgos.</p>	<p>El Estudio de Emisiones a la Atmósfera elaborado exprofeso para la CCI Parque industrial, determinó que las concentraciones estimadas por el modelo de dispersión SO₂, NO₂ y PM10 impactan principalmente en un radio menor a 3.29 km y éstas impactan en zonas donde no existen asentamientos humanos ni actividades antropogénicas, por lo cual no se espera un efecto en la calidad del aire en San Luis Río Colorado, que es el centro de población urbano más cercano al Proyecto. Las máximas concentraciones de NO₂, cuando operan las 22 unidades, de acuerdo con el EDEA, es de 49.47µg/m³. La máxima concentración se localizó dentro de la CHF o SAR, a 88 m del punto de referencia del proyecto y a una altura de 47 msnm. Esta zona no presenta interacción con alguna actividad antropogénica.</p> <p>Utilizando Diésel, el valor máximo para una concentración de 0.05% de azufre es de 6.47 µg/m³a 24 horas; localizado a 88 m al norte del punto central del proyecto y una altitud de 47 msnm.</p>
<p>15. Toda edificación o instalación de uso industrial, así como todos aquellos de comercio y servicios de mayor impacto o aquellos que por su magnitud o riesgo se marquen como</p>	<p>Al ubicarse el Proyecto CCI Parque Industrial en la zona clasificada como Reserva Condicionada Mixta, está condicionado a contar con un permiso, y se requiere la</p>

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B - REGIONAL

Normatividad	Vinculación
<p>condicionados en la tabla de compatibilidad de uso de suelo, deberán presentar el resolutivo favorable de impacto ambiental, en la modalidad y por la autoridad competente que para el efecto establece la normatividad ambiental. Aquellos establecimientos que manejen material peligroso o generen residuos peligrosos, en cantidad tal que se consideren como actividad riesgosa, deberán presentar un análisis de riesgo correspondiente, conforme a la normatividad ambiental.</p>	<p>autorización de impacto ambiental por el cambio de uso del suelo de áreas forestales, en selvas o zonas áridas, motivo por el cual se elaboró el presente Documento Técnico Unificado (DTU) modalidad B -Regional y sea sometido al procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental. Asimismo, el proyecto implica el uso o manejo de al menos una sustancia estimada dentro de las actividades consideradas altamente riesgosas, es por ello que se anexa al presente estudio, el Estudio de Riesgo Ambiental correspondiente.</p>
<p>6. Cuando se solicite un cambio de uso de suelo de un predio, que se marque como condicionado en la tabla de compatibilidad de uso de suelo en zonas habitacionales mixtas o colindantes a zonas habitacionales, que por su riesgo, o percepción de él, impacto en el tráfico, generación de ruido u otro factor pueda representar molestias a las zonas habitacionales, se requerirá la firma de conformidad de los vecinos habitacionales colindantes.</p>	<p>Al ubicarse el Proyecto en la zona clasificada como Reserva Condicionada Mixta (RCM), que por su ubicación estratégica pueden alojar usos especiales según la ciudad requiera al momento de su urbanización o utilización.</p> <p>Por otro lado, la vocación actual del suelo es considerada como forestal, razón por la cual se elabora el presente DTU del trámite de cambio de uso de suelo forestal, modalidad B - Regional. El Proyecto no prevé un impacto en el tráfico, y en cuanto al ruido u otro factor que pueda representar molestias, a las zonas habitacionales. Lo anterior, no se prevé debido a que, al momento, alrededor del predio de la Central no hay zonas habitacionales, aunado a que se implementarán medidas de prevención para mitigar el ruido en las diferentes etapas, tales como:</p> <p>La maquinaria y vehículos se utilizarán de manera ordenada y programada de acuerdo con las actividades a desarrollar durante el período de las etapas de Preparación del Sitio y Construcción, se realizará el monitoreo de ruido perimetral a fin de verificar el</p>

Normatividad	Vinculación
	<p>cumplimiento de los límites máximos permisibles de la NOM-081-SEMARNAT-1994 y el Acuerdo por el que se modifica el numeral 5.4 de dicha norma el 3 de diciembre de 2013.</p> <p>Asimismo, se contempla la implementación de una barrera de amortiguamiento, dicha área ayudará a minimizar el impacto por efecto de ruido generado por la Central al exterior y el efecto visual derivado de la construcción y operación del Proyecto</p>

Con base en la evaluación de los impactos ambientales presentada en el Capítulo V, de un total de 31, 12 serán de una significancia “Baja”, 13 con significancia “Moderada”, 4 con un valor “Alto” de significancias, y 2 resultan muy significativos negativos.

De los 31 impactos significativos, 29 ocurren principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción, 2 en la etapa de Operación y mantenimiento.

Las obras civiles durante la etapa constructiva no demandan del establecimiento de infraestructura urbana adicional, la cual generalmente es causante de impactos adicionales que se relacionan con la afectación a la infraestructura urbana por el movimiento de materiales para la construcción. Aunque el AP corresponde a un espacio con uso de suelo vegetación secundaria arbustiva de vegetación de desiertos arenosos, en donde se hará remoción de la vegetación, por lo que se verá afectada la fauna, con el fin de mitigar el impacto se realizarán actividades de rescate y reubicación, así como la concientización del personal que labore en la obra mediante pláticas con la finalidad de no dañar a los individuos de fauna silvestre que pudieran encontrarse. Con las medidas planteadas se espera evitar que el Proyecto incida sobre la pérdida de ejemplares de fauna silvestre.

Los efectos ocasionados durante la Preparación del Sitio y Construcción se consideran en su mayoría puntuales. Los principales impactos adversos de obras para la generación de energía eléctrica mediante el uso de gas natural y diésel en ocasiones recaen principalmente en los factores; paisaje, aire, fauna y social. Lo cual ocurre en menor medida con el Proyecto CCI Parque industrial, debido a que éste

considera el uso de tecnología de punta con bajos niveles de emisión de contaminantes a la atmósfera. Un factor importante es que el Proyecto es que el uso de agua será de ciclo cerrado por lo que no se extraerá agua como consumo para la generación de las 22 unidades.

8.4. Pronóstico ambiental

La CHF o SAR se caracteriza por estar sujeto a una constante presión por el crecimiento urbano a coste de la reducción de los terrenos con uso de agricultura y vegetación secundaria arbustiva de vegetación de desiertos arenosos. La predominancia de la industria y el consecuente crecimiento urbano se identifican como los principales agentes de cambio en la CHF. Esta tendencia se prevé que continúe en el futuro inmediato por ubicarse en una zona clasificada como “**Reserva condicionada mixta**” según el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de San Luis Río Colorado, Sonora, se desarrolle o no el Proyecto. En cualquier caso, de no concretarse la implementación de la obra requerida se tiene el riesgo de no cubrir la demanda de energía eléctrica prospectada.

Por otro lado, las medidas de prevención, mitigación y corrección propuesta significarán en cierta forma una garantía de mantenimiento de los recursos que se pierden en una superficie de 9 ha, principalmente de flora y fauna, los programas ambientales que se incluyen como anexos tienen ese propósito lo cual no sería posible en los Escenarios 1 y 2.

En este sentido, se considera que el desarrollo y operación del Proyecto no contribuirá en forma importante a la alteración del ecosistema, pues se ubica cercano a áreas urbanizadas e intervenidas en cierto grado. Asimismo, las superficies requeridas por el Proyecto son reducidas y sus efectos adversos no alterarán el funcionamiento del SAR o de la CHF definida.

La tendencia del crecimiento industrial se considera inevitable, y con ello cambios en los recursos físicos y bióticos que caracterizan a la CHF, siendo importante la instrumentación y apego a las políticas ambientales establecidas en los instrumentos regulatorios sobre el cambio de uso de suelo. De igual forma, es responsabilidad de las autoridades locales el mejoramiento de otros servicios básicos incluido el manejo y disposición de los residuos. El Proyecto tiene por objeto cubrir las necesidades básicas inmediatas de suministro eléctrico local (habitacional) y regional de la Industria, promoviendo la distribución eficiente y confiable del fluido eléctrico.

En las distintas unidades espaciales en que se ha realizado el análisis de información tanto bibliográfica, documental y de campo se identifica que el Proyecto responde a la necesidad inmediata de satisfacer la demanda de energía eléctrica en la región sin menoscabo en la calidad ambiental de la misma, principalmente en lo relacionado a la contaminación atmosférica. Al estar rebasada la demanda del servicio de suministro eléctrico, se pone en riesgo la actividad industrial de la región, así como de las actividades cotidianas de la población.

8.5 Evaluación de alternativas

El predio propuesto para instalar el Proyecto CCI Parque industria, está en gestiones de adquisición por parte de la Comisión Federal de Electricidad, por lo que fue la única alternativa (Figuras VIII.1 y 2) posible para realizar el Proyecto CCI Parque Industrial, no se requirió realizar otros procesos o técnicas de evaluación de sitios alternativos.

De acuerdo con el análisis de las tendencias de posibles escenarios futuros, donde se consideró en primer término un escenario sin Proyecto, seguido por otro escenario con Proyecto y, finalmente, un escenario con Proyecto y sus medidas de mitigación, son aspectos que en cierta forma determinaron la relevancia de reforzar el servicio eléctrico en la región.

Otras justificaciones para la implementación del Proyecto en el sitio propuesto es que su diseño se consideró el uso de nuevas tecnologías, que fueran amigables con el ambiente. Asimismo, los procedimientos constructivos y operativos están considerados para minimizar los impactos ambientales adversos que se pudieran generar durante las diversas etapas de éste. Por ello se buscó que el Proyecto no provocará algún desequilibrio ecológico en los procesos naturales de los factores ambientales de la CHF, y previendo los impactos ambientales que se generarían se consideró la implementación de medidas ambientales para la prevención, mitigación, compensación y seguimiento de los impactos adversos identificados que permitirán que el Proyecto no pierda su compatibilidad con el entorno.

Otras de las razones para el desarrollo del proyecto en el sitio propuesto fueron las siguientes:

- El Proyecto no afecta o interviene algún hábitat natural de especies de flora bajo algún estatus establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o que tenga

- algún valor extraordinario científico y/o cultural. Con respecto a la fauna, en el predio se registraron dos especies que se encuentran en dicha norma, del grupo de los reptiles, una Amenazada A) y otra bajo Protección especial Pr).
- El Proyecto posee tecnología de punta y de alta eficiencia de baja emisión de contaminantes a la atmósfera.
 - La modelación de la dispersión de los siguientes contaminantes: óxidos de nitrógeno (NO₂) en gas natural y diésel, dióxido de azufre (SO₂) en diésel y partículas PM10 en diésel, permitió observar los valores estimados por debajo de las NOM's y se cumplirá plenamente con la normativa en materia de calidad del aire.
 - Se da cumplimiento a los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y con la regulación de uso de suelo en la región.
 - La inclusión del Proyecto en el sitio propuesto no conlleva un incremento en el nivel de deterioro del Sistema Ambiental Regional o Cuenca Hidrográfica Forestal.
 - Representa un beneficio en la calidad del aire y de la población de la zona.
 - El área del proyecto no se localiza dentro de Áreas Naturales Protegidas y la actividad propia de este no tendrá efectos sinérgicos y/o acumulativos sobre estas.
 - El predio donde se pretende ubicar el proyecto no cuenta con valores culturales o estéticos-paisajísticos extraordinarios.
 - El proyecto no se ubica dentro de áreas de restauración ecológica.

Con base en lo anterior, el desarrollo del Proyecto se estimó ambientalmente viable desde la perspectiva considerada en el presente Documento Técnico Unificado, modalidad B - Regional, dado que el balance impacto-desarrollo se asume como positivo, siempre y cuando el mismo se ejecute bajo el contexto presentado, sin pasar por alto las medidas preventivas, de mitigación, seguimiento y/o compensación que se proponen.

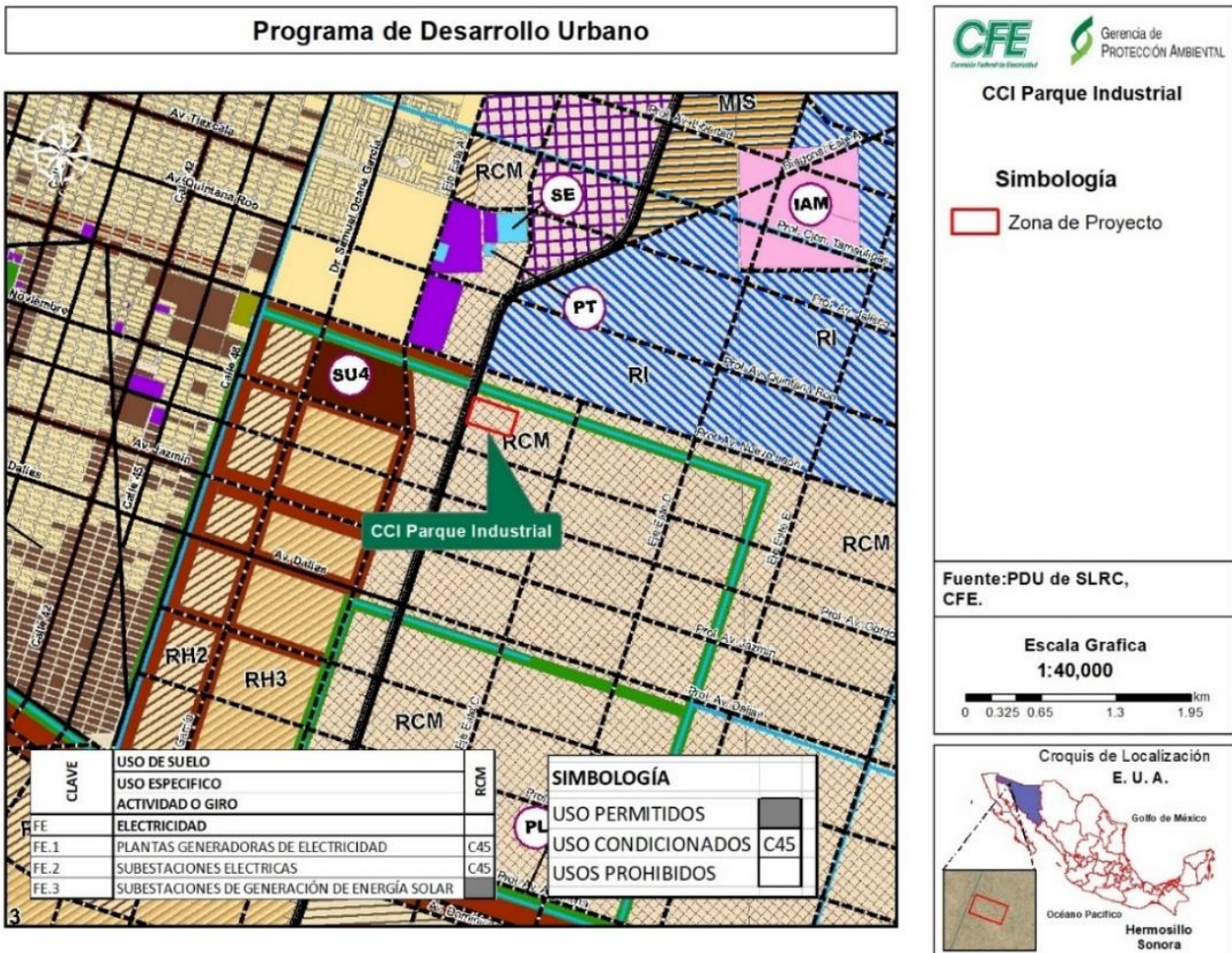


Figura VIII.1. Ubicación del sitio seleccionado como alternativa unica para el Proyecto CCI Parque Industrial

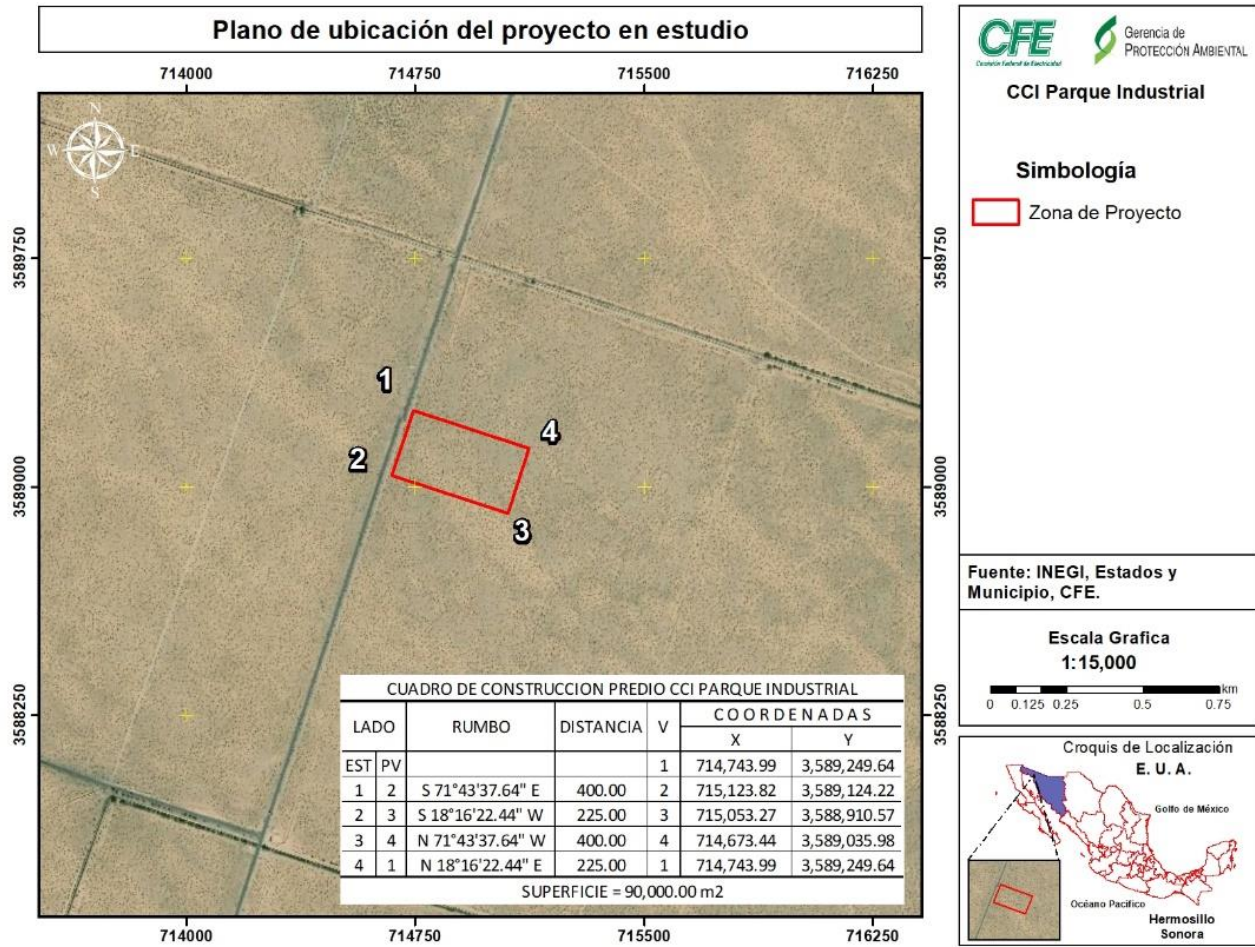


Figura VIII.2. Ilustración de los aspectos del predio como única alternativa para el proyecto CCI Parque industrial



CAPÍTULO IX

**IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS
METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS
QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA
EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.**

Contenido

IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.	2
EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	2
ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL	2
ESTUDIO DE DISPERSIÓN DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA.....	3
ANÁLISIS CLIMÁTICO, TOPOGRÁFICO, EDAFOLÓGICO E HIDROLÓGICO:	3
ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO:	3
PARA LA ELABORACIÓN DE PLANOS TEMATICOS	4
PARA LA ESTIMACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO	4
• Evapotranspiración potencial mensual sin corregir (EV):	4
• Evapotranspiración potencial mensual corregida en cm (EP):.....	5
• Movimiento de humedad en el suelo en cm (MH):.....	5
• Humedad almacenada en el suelo en cm (HA):	5
• Demasía de agua en cm (DA):	5
• Evapotranspiración real en cm (ER):	6
• Deficiencia de agua en cm (DE):	6
• Escurrimiento en cm (E):	6
• Relación pluvial:	7
• Índice de humedad en % (IH):	7
• Índice de aridez en % (IA):	7
• Índice pluvial en % (IP):	8
• Concentración térmica en el verano en % (CT):	8
PARA LA ESTIMACION DE PERDIDA DE SUELO.....	8
PARA MUESTREO DE FLORA	9
CALCULO DE VOLUMENES DE VEGETACION FORESTAL	12
PARA MUESTREO FAUNA SILVESTRE.....	12
Mastofauna.....	13
Anfibios y reptiles	13
PARA LA ELABORACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN:	14
IX.1 Presentación de la información	15
IX.1.1 Cartografía.	15
IX.1.2 Fotografías	16
IX.1.3 Otros anexos	16
IX.1.4 Memorias de Calculo	17
IX.1.5 Bibliografía utilizada	17
EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	17
CAPÍTULO III.....	17
CAPÍTULO IV.....	19
CAPÍTULO V	28
ESTUDIO DE DISPERSIÓN	29
ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL	29

IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.

La identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan el contenido de cada uno de los capítulos que conforman el Documento Técnico Unificado del trámite de cambio de uso de suelo de suelo Forestal, Modalidad B-Regional, del proyecto “Central de Combustión Interna Parque Industrial” se incluyen en los diferentes capítulos asociados.

Cabe destacar que se emplearon las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país, recurriendo al mayor uso de la información disponible en diferentes medios, y así como a la registrada en campo la cual se obtuvo siguiendo los procedimientos técnicos recomendados por varios autores.

De acuerdo con la experiencia que se ha logrado en más de 20 años con proyectos del sector eléctrico en materia de impacto ambiental, entre otros, se puede decir que las medidas de prevención y mitigación sugeridas en el Capítulo VII son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales.

A continuación, se incluyen los aspectos específicos asociados con el DTU desarrollado.

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

El elemento base para desarrollo del presente documento, fue el Instructivo de la SEMARNAT denominado elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) del trámite de cambio de uso de suelo forestal, modalidad b-Regional se determinó la significancia de los impactos ambientales mediante la metodología de Bojórquez y Tapia (1988), la cual considera en su algoritmo de calificación tanto criterios básicos (magnitud, extensión y duración) como complementarios (sinergia, acumulación y controversia), así como a las medidas de mitigación.

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

Para el Estudio de Riesgo Ambiental se consideró la Guía para Elaborar Estudios de Riesgo en su Modalidad Análisis de Riesgo; respecto a la selección de las metodologías, así como a la combinación de las mismas, se decidió llevar a cabo la identificación de peligros y jerarquización de riesgos, listando los insumos químicos y sus cantidades, que serán utilizados en el proyecto, comparando con los indicados en el 1er y 2o listados de Actividades Altamente Riesgosas de la SEMARNAT; asimismo se identificaron Escenarios y jerarquización de Riesgos de acuerdo con el documento

PEMEX Guía DG-SASIPA-SI-02741, Guías para realizar Análisis de Riesgos, Marzo de 2011.

ESTUDIO DE DISPERSIÓN DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA

En tanto que para el Estudio de Dispersión de Emisiones a la Atmósfera, la información meteorológica, tanto de superficie como de altura que se empleó para ejecutar el modelo de dispersión fue proporcionada por el departamento de Hidrometeorología de la Gerencia de Ingeniería Civil de la CFE y esta información fue recopilada de diferentes fuentes de información; la temperatura ambiente, la dirección y velocidad del viento proceden de la estación climatológica del campo geotérmico de Cerro Prieto ubicada dentro del Ejido Hidalgo. Los registros de altura de techo de nube y de cubierta nubosa; así como, las alturas de capa de mezclado se obtuvieron de la estación de radio sondeo del condado de Yuma en Arizona EUA. Para el tratamiento y procesado de la información meteorológica de superficie y de altura de capa de mezclado se utilizó el software denominado AERMET VIEW. Para evaluar el posible impacto a la calidad del aire en la zona de influencia del proyecto, se utilizó el modelo de dispersión de contaminantes atmosféricos AERMOD VIEW.

ANÁLISIS CLIMÁTICO, TOPOGRÁFICO, EDAFOLÓGICO E HIDROLÓGICO:

Para el desarrollo de los aspectos climatológicos, se tomaron en cuenta las estaciones meteorológicas más cercanas al predio de la subestación eléctrica. Asimismo, se complementó la descripción con los datos reportados en el libro de E. García (1988), "Modificaciones al Sistema de Clasificación de Köppen".

Para el caso de la topografía, edafología, hidrología superficial y subterránea, se consideraron las cartas topográficas editadas y publicadas por INEGI, temática Geología, Hidrología Superficial e Hidrología Subterránea y en escala 1: 250 000. La información que se plasma en dichas cartas se corroboró con el recorrido del proyecto.

ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO:

Los datos que se presentan en el presente estudio fueron tomados de los Censos Generales de Población y Vivienda XIII (2015) del estado de Sonora, editados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), además de información específica realizada por el gobierno de dicho estado, la cual fue consultada directamente en la página oficial en Internet (www.sonora.gob.mx).

PARA LA ELABORACIÓN DE PLANOS TEMATICOS

Los planos que se presentan en el estudio de Determinación de Tramite Unificado (DTU), fueron elaborados en base a la cartografía de INEGI, 2018 y para su interpretación fueron las Guías para la interpretación cartográfica. Para el trabajo de las cartas con la inserción del proyecto se utilizó los Programas AutoCad y ArcView.

PARA LA ESTIMACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO

El balance climático para la unidad de análisis (cuenca o sistema ambiental) se estimó de acuerdo al segundo método de Thornthwaite (1948), citado en Velázquez, *et. al.* 1997, Cálculo del clima de acuerdo al segundo sistema de Thornthwaite, Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Chapingo; a partir de los datos de temperatura y precipitación de cada estación climatológica, utilizándose los siguientes modelos matemáticos para la estimación de los índices e indicadores:

- Índice de calor:

$$ICM = \left(\frac{TE}{5}\right)^{1.514}$$

Dónde:

ICM = Índice Calor Mensual

TE = Temperatura media mensual.

- **Evapotranspiración potencial mensual sin corregir (EV):**

Está definida por la ecuación:

$$EV = 1.6 * \left(\frac{10 * TN}{ICA}\right)^{(0.000000675 * ICA^3 - 0.0000771 * ICA^2 + 0.01792 * ICA + 0.49239)}$$

Dónde:

EV = Evapotranspiración mensual sin corregir en cm.

TE = Temperatura media mensual en °C.

ICA = Índice de Calor Anual.

- **Evapotranspiración potencial mensual corregida en cm (EP):**

Se obtiene multiplicando el valor de la evapotranspiración potencial sin corregir (EV), por el factor de corrección por latitud (FC).

- **Movimiento de humedad en el suelo en cm (MH):**

Se refiere a la cantidad de agua que pasa a formar parte o se obtiene de la humedad almacenada en el suelo.

El cálculo debe iniciarse en el mes que la precipitación (PR) supere a la evapotranspiración (EP), pudiéndose presentar los siguientes casos:

1. $HA = 0$ y $PR < EP$, entonces: $MH=0$
2. $HA = 0$, $HA < 10$ y $PR > EP$, entonces: $MH = PR - EP$ (hasta un máximo de 10 cm)
3. $HA > 0$ y $PR < EP$, entonces: $MH = EP - PR$ (hasta agotar toda la reserva del agua en el suelo). A este proceso se le conoce como aprovechamiento de la humedad del suelo.

- **Humedad almacenada en el suelo en cm (HA):**

Es el valor del contenido de humedad en el suelo, al final de cada mes.

Es igual al valor de la humedad almacenada (HA) en el mes anterior, más la suma algebraica del movimiento de humedad en el suelo (MH) del mes que se trate.

- **Demasía de agua en cm (DA):**

Es la diferencia positiva que existe entre la precipitación (PR) y la evapotranspiración (EP), restándole la cantidad de agua que pasa a formar parte de la reserva de agua en el suelo, o sea el valor absoluto del movimiento de humedad, en este caso tiene signo positivo. La suma de los valores mensuales da la demasía de agua anual (DAA).

- **Evapotranspiración real en cm (ER):**

Es la evapotranspiración que se presenta en un área determinada, en función del agua disponible total.

La evapotranspiración real puede presentar los siguientes casos:

1. Cuando la precipitación (PR) es igual o mayor que la evapotranspiración potencial (EP).
2. Cuando esto sucede, no hay limitante de agua y por lo tanto se evapotranspira todo lo que señala la evapotranspiración potencial.
3. Cuando la precipitación (PR) es menor que la evapotranspiración potencial mensual corregida (EP).

En este caso se evapotranspira sólo lo que aporta la precipitación más el movimiento de humedad en el suelo.

Si $PR < EP$, $ER = PR + MH$.

- **Deficiencia de agua en cm (DE):**

Es función directa de la evapotranspiración potencial (EP) y la evapotranspiración real (ER). La diferencia da por resultado el valor de la deficiencia y la suma de los valores mensuales, da la deficiencia anual (DEA).

Para su cálculo sólo se resta la evapotranspiración real a la evapotranspiración potencial.

- **Escurrimiento en cm (E):**

Para el análisis de escurrimiento se hacen las siguientes consideraciones:

- En forma general, las cuencas permiten escurrir sólo el 50% de las demasías habidas en ese mes.
- Del 50% restante, la mitad escurrirá en el mes siguiente y la otra mitad se infiltra o se evapora.

El valor mínimo práctico de escurrimiento a tomar en cuenta es de 1 cm. El escurrimiento se calcula de la siguiente fórmula:

$$ES = \frac{DAN}{4} + \frac{DAC}{2}$$

Dónde:

DAN = Demasía de agua del mes en curso

DAN = Demasía del mes anterior.

- **Relación pluvial:**

Se calcula con base en la siguiente fórmula:

$$RP = \frac{PR - EP}{EP}$$

Dónde:

PR = Precipitación mensual en cm

EP = Evapotranspiración mensual en cm.

- **Índice de humedad en % (IH):**

Se obtiene a partir de la fórmula:

$$IH = \frac{100 \times DAA}{EPA}$$

Dónde:

DAA = Demasía anual de agua en cm.

EPA = Evapotranspiración potencial anual corregida en cm.

- **Índice de aridez en % (IA):**

Para obtener este valor se emplea la siguiente fórmula:

$$IA = \frac{100 \times DEA}{EPA}$$

Dónde:

DEA = Deficiencia anual de agua en cm.

EPA = Evapotranspiración potencial anual corregida en cm.

- **Índice pluvial en % (IP):**

Es una función de la demasía, la deficiencia de agua y la evapotranspiración anual.

$$IP = \frac{100 DAA - 60 DEA}{EPA}$$

Dónde:

DEA = Deficiencia anual de agua en cm.

EPA = Evapotranspiración potencial anual corregida en cm.

DAA = Demasía anual de agua en cm.

- **Concentración térmica en el verano en % (CT):**

Para calcularlo, se aplica la siguiente fórmula:

$$CT = \frac{100 \times \sum EPN}{EPA}$$

Dónde:

EPN = Suma de las EP de los tres meses consecutivos con temperatura media más alta.

EPA = Evapotranspiración potencial anual corregida en cm.

PARA LA ESTIMACION DE PERDIDA DE SUELO

La erosión es la remoción del suelo por la acción de agentes físico, como el agua o el viento, por las cuales las capas superiores y más fértiles dan paso a las pedregosas y áridas. Para el cálculo de ella se utilizó la fórmula universal de pérdida de suelos, con parámetros obtenidos del Manual de Ordenamiento de la SEDUE. La estimación de la pérdida de suelo se realiza en dos momentos, 1) en las condiciones anteriores y, 2)

actuales a la realización del CUSTF por el desmonte por la construcción de la obra y 3) posteriores a la ejecución del CUSTF con medidas de compensación.

El manual de Ordenamiento de la SEDUE maneja la siguiente expresión para la estimación de la pérdida de suelos:

$$Eh = IALLU \times CAERO \times CATEX \times CATOP \times CAUSO... (1)$$

Dónde:

PECRE: Período de crecimiento,
IALLU: Índice de agresividad de la lluvia,
CAERO: Coeficiente de erodabilidad,
CATEX: Calificación de textura y fase
CATOP: Calificación de la topografía, y
CAUSO: Calificación por uso del suelo.

PARA MUESTREO DE FLORA

En el capítulo IV, se presenta el listado florístico general de las especies citadas en la bibliografía y las registradas en el campo, usos generales y forma de vida. La lista se cotejó con la lista de especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010, para la Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2010, a fin de conocer aquellas especies que se registran con estatus de protección. Se determinó sólo una comunidad vegetal.

Para obtener la información florística se efectuó un muestreo y el registro intensivo a lo largo de la trayectoria y del predio del proyecto de las especies vegetales presentes. La determinación (nombre científico) de las especies registradas fue realizada por personal técnico botánico de la consultoría ambiental.

Se llevó a cabo un análisis de la comunidad vegetal que se distribuyen tanto en la cuenca hidrográfica (unidad de análisis o sistema ambiental), así como en el predio donde se ubicará el Proyecto, mediante el método de Müller-Dombois y Ellenberg

(1974), en el cual se indica realizar un diseño de muestro, el cual consistió en lo siguiente:

Para la medición de los parámetros estructurales de la comunidad vegetal del área del proyecto, se realizaron una salida de campo y se obtuvo información bibliográfica sobre el tema de trabajos realizados para la zona. Se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva buscando información sobre la vegetación de la región, con la finalidad de obtener un listado preliminar de la zona de trabajo. También se consultaron colecciones botánicas de herbario con el fin de realizar algunas identificaciones de las especies colectadas en campo. El sistema de muestreo utilizado fue el estratificado, y se realizaron 04 sitios para la cuenca hidrográfia y 04 sitios para el área del proyecto, cada uno de 1000 m² circulares, en unidades establecidas con uno o varios factores determinados, como son los lugares que todavía presentan vegetación. De cada sitio de muestreo se obtuvo la posición geográfica expresada en coordenadas UTM, la cual se realizó con un GPS Garmin eTrexVenture.

- a) De acuerdo a la clasificación de INEGI, serie VI, a fotointerpretación y visitas de campo, se definió una comunidad vegetal en el área del proyecto y se establecieron sitios de muestreo de dimensiones fijas distribuidos de manera de tener lo mejor representada esta comunidad vegetal en su estructura y composición así como sus condiciones ecológicas.
- b) En cada sitio de muestreo se hicieron recorridos con el fin seleccionar (método selectivo) los sitios menos alterados y así establecer la parcela de muestreo.
- c) Se determinó realizar parcelas circulares de 17.84 m de longitud de radio (1000 m² = 00-10-00 ha), debido al gradiente topográfico del terreno que existe en el área para medir a todos los individuos de aspecto arbustivo, arbóreo y cactáceas.
- d) En cada parcela se registro nombre de la especie, número de individuos, altura de cada uno de ellos, su cobertura y el diámetro a la altura del pecho (DAP). Así mismo, se registraron características físicas y ecológicas del sitio.
- e) Trabajo de gabinete. Se identificaron las especies y se determinaron los parámetros estructurales de la comunidad como: densidad de plantas por hectárea, cobertura de cada comunidad vegetal con el fin de obtener los volúmenes de cada especie mediante la suma de los parámetros relativos para su descripción de la comunidad vegetal.

El tipo de vegetación fue diferenciado con base en atributos fisonómicos, florísticos y fenológicos, y la nomenclatura de los mismos está basada en el criterio de INEGI.

La determinación de los índices de valor de importancia se realizó de la siguiente manera (tanto para flora como fauna):

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Numero de individuos}}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad por especies}}{\text{Total de densidad de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Dominancia} = \frac{\text{Total del área basal o cobertura de copa}}{\text{Área muestreada}} \times 100$$

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia por cada especie}}{\text{Total de dominancia de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{En cuantos muestreos ocurrió la especie}}{\text{Total de muestreos}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{En cuantos muestreos ocurrió la especie}}{\text{Total de muestreos}} \times 100$$

$$\text{Valor de importancia} = \frac{\text{Densidad relativa} + \text{Dominancia relativa} + \text{Frecuencia relativa}}{3}$$

$$\text{Índice de Dominancia relativa} = \frac{\text{Densidad relativa} + \text{Dominancia relativa}}{2}$$

La determinación del índice de Diversidad se utilizó el de Shannon o de Shannon-Wiener:

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

La determinación del índice de equidad de Pielou:

$$J' = H'/H'_{\max}$$

CALCULO DE VOLUMENES DE VEGETACION FORESTAL

Para la determinación de volumen a intervenir para las especies arbustivas se utilizó la siguiente formula o modelo matemático:

$$\text{Vol} = 0.003057 + 0.691899 * \text{Ac}^2 * \text{Ht}$$

Donde:

Vol = Volumen en m³ r. t. a.

Ac= Ancho de Copa o diámetro de copa (cm)

Ht = Altura total (m)

PARA MUESTREO FAUNA SILVESTRE

El inventario de la fauna silvestre en el área de estudio se realizó en tres etapas:

Primera etapa: En esta etapa se realizó la búsqueda y consulta de publicaciones relacionadas con la fauna de vertebrados terrestres de la zona de estudio con la finalidad de integrar un listado preliminar, así como para conocer el estado que tienen las poblaciones que allí se distribuyen. Se consultaron las publicaciones existentes sobre de la fauna de vertebrados terrestres de la zona de estudio, así como la base de datos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), con la finalidad de integrar un listado preliminar. Posteriormente estas especies se clasificaron de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Segunda etapa: Durante esta etapa se realizó el trabajo de campo. El muestreo de fauna se realizó para cuatro grupos faunísticos: Aves, Mamíferos, Anfibios y Reptiles. El trabajo consistió en muestreos y observaciones de fauna en áreas representativas del proyecto, esto es, en los sitios donde se elaboraron los muestreos de vegetación en *las subcuencas y en los sitios de muestreo en el área del proyecto*. Para la determinación de los individuos encontrados se utilizaron guías de campo, además con la experiencia del grupo participante se logró identificar gran parte de los hallazgos de la fauna.

Tercera etapa: Durante esta parte, la información recabada de la bibliografía se complementó y se corrigió con la de campo, integrándose así el listado final potencial de las especies de vertebrados y los resultados de los trabajos de campo se procesaron y analizaron estadísticamente.

A continuación, se describe la metodología aplicada durante el muestreo de fauna silvestre y los resultados obtenidos, para cada grupo faunístico:

Aves

En el muestreo de aves se realizaron recorridos de observación y la captura de individuos por medio de redes de niebla.

Las especies de aves se determinaron utilizando las guías de campo (Howell y Webb, 1995; Sibley, 2000), y las guías de audio (Boesman, 2006). La nomenclatura científica y el arreglo sistemático de los nombres de las aves son acordes a la propuesta de la Unión Americana de Ornitología (AOU, 1998) actualizada hasta su suplemento 52 (Chesser et al., 2011). El grado de endemismo corresponde a las categorías propuestas por Howell y Webb (1995): las especies endémicas a México son aquellas cuya distribución geográfica esta circunscrita por los límites políticos del país. Las categorías de riesgo en la cual se ubica la especie se determinaron con base a la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (D.O.F., 2010).

Mastofauna

Se utilizaron distintas técnicas de muestreo para los mamíferos: redes de niebla, trampas Tomahawk, trampas Sherman, cámaras con sensor infrarrojo y búsqueda de huellas y rastros, así como recorridos de observación. Se realizó un muestreo en el SA y un muestreo en el área del proyecto.

La información de las evidencias de las especies registradas en campo, se contrastaron con dos principales fuentes de información para todos los grupos: la obra de Ceballos, G. y Oliva, G. (2005) y la obra de Villa, B. y Cervantes, F. (2002). Adicionalmente, para órdenes específicos se consultaron obras específicas, como en el caso de quirópteros se emplea la guía de Medellín, R. A. et al (2007); para roedores la obra de Hall (1981) y para la identificación de huellas y rastros de mamíferos grandes y medianos se consideró Aranda, M. (2000), así como las obras de Burt, W. y Grossenheider, R. (1976) y Whitaker, J. (1996).

Anfibios y reptiles

Los anfibios y reptiles se muestrearon a través de recorridos diurnos en los sitios de muestreo de vegetación para los datos de del proyecto, y en el caso de la subcuenca en recorridos por las carreteras y caminos de acceso al proyecto, entre las 8:00 y las 22:00; durante estos períodos se caminó lentamente a través del área elegida revisando cada microhábitat potencial dónde localizar a la herpetofauna (sombra de vegetación, hoyos en suelo). También se realizaron muestreos nocturnos, recorriendo por veredas, brechas y apoyados por linternas de mano. Otra técnica utilizada, tanto de día como de noche fue recorrer las brechas y caminos a una velocidad no mayor a los 30 km/h, a fin de detectar a los ejemplares que los cruzaran en tales momentos. La captura de ejemplares durante estos muestreos se realizó manualmente o con la ayuda de lazos para lagartijas o ganchos herpetológicos.

Para la identificación de los individuos se consideran las claves taxonómicas de Casas-Andreu (1979) y diferentes guías de campo y libros (Conant y Collins, 1998; Stebbins, 2003; Lemos-Espinal *et al.*, 2004; Samaniego Herrera *et al.*, 2007; y Lemos-Espinal y Smith, 2008) e internet (CONABIO a través de su plataforma “Naturalista”; revisada en línea entre el 21 y 30 de enero del 2015: <http://www.naturalista.mx/>). La nomenclatura científica y el arreglo sistemático de los nombres de la herpetofauna son acordes a la propuesta del American Museum of Natural History y a Uetz, 2014. Las categorías de riesgo en las cuales se ubican las especies se determinaron con base en la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (D.O.F., 2010).

PARA LA ELABORACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN:

Las medidas de mitigación que se propusieron se sustentan en el análisis ambiental realizado en el capítulo IV y en la evaluación de impactos realizada en el capítulo V. El diagnóstico ambiental del sitio analizado se hizo a partir de las características técnicas del proyecto y sus impactos significativos negativos y positivos, una serie de acciones y actividades como los más adecuados para disminuir aquellos impactos significativos negativos. Tomando como criterios específicos para ello, beneficio esperado, etapas en que se requiere, forma de mitigación del impacto, especificaciones para ejecutar la medida, tipo de medida a emplear, clasificación, impacto a mitigar, componente ambiental afectada y el tipo de vegetación.

A continuación, se presentan los anexos que forman parte de este apartado.

IX.1 Presentación de la información

De acuerdo al artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entrega dos ejemplares impresos del Documento Técnico Unificado Modalidad B-Regional y 2 en archivo electrónico.

IX.1.1 Cartografía.

Para la elaboración de la cartografía y análisis geoespacial del proyecto se utiliza el programa ARC GIS

Para la elaboración de la cartografía del DTU-B, se tomaron como base las cartas topográficas y de uso de suelo y vegetación editadas y publicadas por el INEGI. Escala 1:50 000.

Para su interpretación se utilizaron las Guías para la interpretación cartográfica.

Para el trabajo de las cartas con la inserción del proyecto se utilizó los Programas AutoCad y ArcView.

Las fuentes de información que se utilizan son:

INEGI

[Datos \(inegi.org.mx\)](http://inegi.org.mx)

CONABIO

[Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad \[15,787\] - CONABIO](#)

SEMARNAT

[SIGEIA \(semarnat.gob.mx\)](http://semarnat.gob.mx)

PUEBLOS INDÍGENAS

CDI 2010

Gobierno del estado de Sonora (San Luis Río Colorado)

PDU

Se incluyen en el anexo denominado **Cartografía**.

IX.1.2 Fotografías

Se tomaron evidencias fotográficas del estado que guarda el área de estudio relacionados con fauna y vegetación con el fin de soportar la información que se manifiesta en el documento. El software utilizado para la edición del anexo fueron Paint Brush, Microsoft PowerPoint y Microsoft Word versión 2005.

Se incluye el anexo fotográfico de los siguientes aspectos, entre paréntesis el nombre del archivo donde se desarrolla la información:

- Fauna silvestre (FAUNA-CCI-PARQUE-IND.ppt)
- Flora (FLORA-CCI-PARQUE-IND.ppt)
- Vista general del predio (fotografico-predio-CCI-PARQUE-IND.ppt)
- Forestal (FOTOS-INV-FORESTAL-CCI-PARQUE-IND.ppt)

IX.1.3 Otros anexos

Se incluyen los siguientes documentos destacando entre paréntesis el nombre del archivo que incluye la información:

- Programa de manejo integral de residuos (ANEXO-IX.3.C-PROGRAMA-MANEJO-INTERGRAL-RESIDUOS-CCI-PARQUE-IND.doc)
- Programa de educación Ambiental (ANEXO-IX.3. D-PROGRAMA-EDUCACION AMBIENTAL-CCI-PARQUE-IND.doc)
- Programa específico de las acciones de conservación y protección a la flora y fauna silvestre de la región (ANEXO-IX.3.E-PROG-ESP-PROTEC-FAUNA-FLORA-CCI-PARQUE-IND.doc)
- Programa de manejo o Fauna Silvestre (ANEXO-IX.3.F-PROG-MANEJO-RESCATE-FLORA-CCI-PARQUE-IND.doc)
- Programa de rescate de Fauna Silvestre (ANEXO-IX.3.G-PROGRAMA-RESCATE-FAUNA-SILVESTRE-CCI-PARQUE-IND.doc)
- Programa de Conservación de Suelos y Agua (ANEXO-IX.3.H-PROGRAMA-CONSERVACION-SUELO-Y-AGUA-CCI-PARQUE-IND.doc)
- Reglamento Interno en materia ambiental (ANEXO-IX.3.I- Reglamento Ambiental-CCI-PARQUE-IND.doc)

IX.1.4 Memorias de Calculo

Se incluyen los siguientes documentos:

- Análisis-Balance-Climático
BALANCE-CLIMATICO-HIDROMETEREOLOGICO-2.xls
- Cálculos-diversidad-fauna
Cálculos de la fauna de la Cuenca (aves- cuenca.xls, Herptofauna-cuenca.xls, mamíferos-cuenca.xls)
Cálculos de la fauna – CUSTF (aves-custf.xls, Herptofauna- custf.xls, mamíferos- custf.xls)
- Cálculo de volúmenes
CALCULO AB SITIOS FORESTALES.xls
Cálculo del Tamaño de Muestra-1.xls
CALCULO-FLORA-CUENCA-CUSTF.xls
ESTIMACIONES VOLUMEN.xls
- Cálculos-diversidad-flora
INDICES DIVERSIDAD-ABUNDANCIA-VDA-ARBUSTIVO-CUENCA.xls
INDICES DIVERSIDAD-ABUNDANCIA-VDA-HERBACEAS-CUENCA.xls
INDICES DIVERSIDAD-ABUNDANCIA-VDA-ARBUSTIVO-CUSTF.xls
INDICES DIVERSIDAD-ABUNDANCIA-VDA-HERBACEAS-CUSTF.xls
- Similitud de la flora – fauna
analisis similitud flora-fauna.xls
- Muestreo Forestal
ANEXO-IX.4.A-DATOS-CAMPO-MUESTREO-FORESTAL.xls
- Héctareas
ANEXO-IX.4.B-HECTAREA-TIPO.xls

IX.1.5 Bibliografía utilizada

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

CAPÍTULO III

1. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONAP) (04 de mayo de 2021). Buscador de Datos por Área Natural Protegida. Consultado <http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/>
2. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (04 de mayo de 2021). Catálogo Único de Claves de Áreas Geoestadísticas Estatales, Municipales y Localidades. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/app/ageeml/>.
3. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Recuperado de <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFs/148.pdf>
4. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_190118.pdf
5. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS_050618.pdf
6. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT). Recuperado de <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-de-ordenamiento-ecologico-general-del-territorio-poetg>.
7. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf
8. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y control de la contaminación. Recuperado de https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1157/1/reglamento_de_la_lgeepa_en_materia_de_preencion_y_control_de_la_contaminacion_de_la_atmosfera.pdf
9. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPGIR_311014.pdf
10. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGDFS_311014.pdf
11. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LAN_250814.pdf
12. Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (04 de mayo de 2021). Consultado en <https://mapas.semarnat.gob.mx/sigeia/#/sigeia>.

CAPÍTULO IV

13. Agenda Ecológica Federal, 2013. Ediciones fiscales ISEF, S.A. México, D.F.
14. Allen S, D. 2000. National Audubon Society The Sibley Guide to Birds.
15. Álvarez-Castañeda y S.T., Patton J.P. 2000. Mamíferos del Noroeste de México, Tomo I. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.
16. González-Bernáldez, F., 1981. Ecología y paisaje. H. Blume Ediciones. CD Y PAÍS
17. Guzmán, U, Arias, S, y Dávila, P. 2007. Catálogo de Cactáceas Mexicanas. Universidad Nacional Autónoma de México; Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de La Biodiversidad. México, D.F.
18. INEGI, 2004. Guía para la interpretación de cartografía edafología. Aguascalientes, Aguascalientes.
19. INEGI, 2010. Guía para la interpretación de cartografía climatológica. Aguascalientes, Aguascalientes.
20. INEGI, 2010. Guía para la interpretación de cartografía geológica. Aguascalientes, Aguascalientes.
21. INEGI, 2010. Guía para la interpretación de cartografía uso de suelo y vegetación. Aguascalientes, Aguascalientes.
22. INEGI, 1995. Síntesis Geográfica del Estado de BCS. Aguascalientes, Aguascalientes.
23. Muñoz-Pedrerros, A., 2004. La evaluación del paisaje. Una herramienta de gestión ambiental. Revista Chilena de Historia Natural. 77: 139-156.
24. National Geographics, 2006. Field Guide to the Birds of North America, Washington, D.C, U.S.A.
25. NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre-Categorías de riesgo y especificaciones para inclusión exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
26. Sibley, D.A. Eleventh Printing, June 2010. The Sibley Guide to Birds. National Audubon Society.
27. Stebbins, R. C. 2003. Western Reptiles and Amphibians. 215 Park Avenue, New York, New York 10003.
28. Transelec, S.A. 2009. DIA Línea de Transmisión Eléctrica Transelec: Línea Base de Paisaje. Golder Associates S.A., 25 pp.
29. Velázquez, R.L, y Gómez, D.J, 1997. Calculo del clima de acuerdo al segundo sistema de Thornthwite. Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Suelos.
30. Propuesta de Guía para elaborar Manifestaciones de Impacto Ambiental de Líneas de Transmisión de 115, 230 y 400 kV., Subdirección de Construcción de C.F.E., 2003.
31. Caire W. 1976. Distribution and Zoogeography of mammals of Sonora, Mexico. University of Albuquerque, New México. Albuquerque, New México, U.S.A.

32. Conant R. and Collins J. 1998. 3^a edition. Reptiles and Amphibians. Houghton Mifflin Company. Boston, New York, U.S.A.
33. Gould F. 1978. Common Texas Grasses an Illustrated Guide. Texas A & M University Press. U.S.A. 266 p.
34. Howell S. and Webb S. 1999. A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America. Oxford: University Press.
35. INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). Carta uso de suelo y vegetación INEGI. México.
36. INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). Carta Edafológica, INEGI. México.
37. INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). Carta Geológica. INEGI. México.
38. INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). Carta de Hidrología Superficial. INEGI. México.
39. INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). Carta de Hidrología Subterránea INEGI. México.
40. Ceballos Gerardo. 2005. Los Mamíferos Silvestres de México, Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad. Primera Edición, México D.F., 986 P.
41. Rau J. and Wooten D. 1980. Environmental Impact Analysis Handbook. McGraw-Hill Book Company. New York, U.S.A. Cap. 8.
42. Rzedowski, J., 1986, Vegetación de México, Editorial Limusa, Tercera Reimpresión, México, D.F., 432 p.
43. Rzedowski, J. y Mc. Vauch. R., 1966, La Vegetación de la Nueva Galicia, University Herbarium, University de Michigan, Ann Arbor, Michigan, USA. 123 p.
44. Bojórquez-Tapia, L. A., E. Ezcurra y O. García, 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. Journal of environmental management 53, 91-99.
45. Álvarez-Castañeda, S.T. y Patton, J.L. 1999. Mamíferos del noroeste de México. La Paz, B.C.S, México.
46. Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. CONABIO-Instituto de Ecología. A.C. 212 pp.
47. Bibby, C.J., N.D. Burgess y D.A. Hill. 1992. Bird Census Techniques. Academic Press, 257 pp.
48. Bell, P y Wright, D. 1987. Rocas y minerales. Guías-Prácticas Omega. Editorial Omega.
49. Burt, W. y Grossenheider, R. 1998. Mammals. Peterson Field Guides. E.U.A.
50. Canter, W. L., 1999. Manual de evaluación de impacto ambiental: técnicas para la elaboración de estudios de impacto. McGraw-Hill. España. 841 pp.
51. Casas-Andreu, G. y C. J. McCoy. 1979. Anfibios y reptiles de México. Limusa, México.

52. Conesa, F. V., 1997, Instrumentos de la Gestión Ambiental de la Empresa, Ediciones Multi – Prensa, Madrid, Barcelona, España 541 p.
53. Conesa Fdez-Vítora, V., 1995. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ed. Mundi-Prensa. 2ª. Ed. España. 390 pp.
54. Derruau, M. 1966. Geomorfología. Editorial Ariel
55. Duinker, P.N y Beanlands, G. E., 1986. The significance of environmental impacts: An exploration of concepts. Environmental Management 10, 1-10
56. Flores-Villela, O. y P. Gerez, 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. CONABIO. 439 pp.
57. Flores-Villela, O. y L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la Herpetofauna de México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 20 (2):1-31. México.
58. Flores-Villela, O., 1993. Herpetofauna Mexicana: lista anotada de especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes y nuevas especies, Cornege Museum of Natural History, Special Publications 17:1-73.
59. González-Bernáldez, F., 1981. Ecología y paisaje. H. Blume Ediciones. CD Y PAÍS
60. Guerra-Peña, F. 1980. Fotogeología. Universidad Nacional Autónoma de México
61. Hall, E. R. 1981. The Mammals of North America. John Wiley and Sons, Vol 1 y 2.
62. Howell, S. N. G. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press, 849 pp.
63. INEGI. 2010, Tabulados básicos, XII Censo de Población y Vivienda 2010. - INEGI. 2010. II Conteo de población y vivienda 2010, www.inegi.gob.mx
64. Leopold, L. B. 1971. A procedure for evaluating environmental impact. Geological Survey. Circular 645. Washington, D.C. - Lira, I., et.al. 1994. Diccionario de mamíferos. AGT Editor, S.A. México, D.F.
65. Lugo-Hubp, J. 1989. Diccionario geomorfológico. Universidad Nacional Autónoma de México.
66. National Geographic, 2002. Field Guide to the Birds of North America. Washington, D.C., 480 pp.
67. Muñoz-Pedrerros, A., 2004. La evaluación del paisaje. Una herramienta de gestión ambiental. Revista Chilena de Historia Natural. 77: 139-156.
68. Pérez-Gil Salcido, R., F. Jaramillo Monroy, A. M. Muñoz Salcedo y M. G. Torres Gómez. 1996. Importancia económica de los vertebrados silvestres de México. PG7 Consultores S.C. y CONABIO, 170 pp.
69. Peterson, R. T. y E. L. Chalif, 1994. Aves de México, Guía de Campo, Edit. Diana, S.A. de C.V., 2ª ed. México, 473 pp.
70. SEMARNAT, 2005. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación 2020.

71. SEMARNAT, 1998. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. Diario Oficial de la Federación del 25 de noviembre de 1988.
72. SEMARNAT, 2006. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación del 30 de noviembre de 2006.
73. SEMARNAT, 2003. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación 2018.
74. SEMARNAT, 2003. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación del 8 de octubre de 2003.
75. SEMARNAT, 2002. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Diario Oficial de la Federación del 30 de mayo de 2002.
76. SSA, 1982. Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión del Ruido. Diario Oficial de la Federación del 6 de diciembre de 1982.
77. Stebbins, R. C. 1985. Western reptiles and amphibians. 2nd. Ed. Houghton Mifflin Co., USA.
78. Vaughan, T.A., 2000. Mammalogy. Thomson Learning.
79. Villa, B. y F. A. Cervantes, 2003. Los mamíferos de México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Grupo Editorial Iberoamérica, S: A. de C.V. 140 pp.
80. Whitaker, Jo. O., Jr. 1996. Field guide to Mammals. National Audubon Society. Alfred A. Knopf, Inc. New York.
81. Sánchez, C. E.A., Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Cálculo de escurrimiento natural impactado por la anomalía de precipitación promedio de dieciséis modelos de circulación general atmosférica. Septiembre, 2009.
82. Etchevers, B.J.D. et al., Formulación de indicadores para evaluar y monitorear la desertificación en México, SEMARNAT, INE, CP Y UACh.
83. Ordóñez, J.E.B., 2010. Manejo del Agua en Cuencas Hidrográficas: Desarrollo de Nuevos Modelos en México. WWF México. Programa Agua
84. Ascurra, C.F., S. Solari and D. E. Wilson, 1996. "Diversidad y ecología de los Quirópteros en Pakitza". Pp 593-612. in: Kunz, T. H. y M B. Fenton, eds. Bat Ecology. The University of Chicago Press. Chicago.
85. Avian Power Line interaction Comittee (APLIC), 1994. Mitigation Bird Collisions with Power Lines: The State of the Art in 1994. Edison Electric Institute. Washington, D. C.
86. Bernard, E., 2001. "Vertical stratification of bat communities in primary forest of Central Amazon", Brazil. Journal of Tropical Ecology (2001) 17: 115-126.
87. Bernard, E., 1998. "Vertical stratification of bat communities in tree-fall gaps in Central Amazonian primary forest". Selbyana, 19: 268-269. in: Kunz, T. H. y M B. Fenton, eds. Bat Ecology. The University of Chicago Press. Chicago.

88. Berthold, P., 1993. Bird migration: a general survey. Oxford University. New York. 239pp.
89. Bojórquez-Tapia, L. A., E. Ezcurra y O. García, 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. Journal of environmental management 53, 91-99.
90. Bojórquez Tapia, L. A. y O. García. 1998, "An Approach for Evaluating EIAs-Deficiencies of EIA in Mexico", Environmental Impact Assessment Review, 18: 217-218, 237.
91. DeGraaf, R., y Rappole, J., 1995. Neotropical migratory bird: natural history, distribution and population. Comstock. Itahaca. 676 pp.
92. Duinker, P.N y Beanlands, G. E., 1986. The significance of environmental impacts: An exploration of concepts. Environmental Management 10, 1-10
93. Ezcurra, E., 1995, "La evaluación de impacto ambiental", Gaceta Ecológica, Instituto Nacional de Ecología (INE), 36: 110.
94. Francis, C. M., 1990. "Trophic structure of bat communities in the understory of lowland dipterocarp rain forest in Malaysia". Journal of Tropical Ecology., 6: 421-431. in: Kunz, T. H. y M B. Fenton, eds. Bat Ecology. The University of Chicago Press. Chicago
95. Instituto Nacional de Ecología-Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2002. Electrocutación de aves en líneas eléctricas de México: Hacia un diagnóstico y perspectivas de solución, México. 78 pp.
96. Kalko, E. K. V., Handley C. O. & Handley D., 1996. "Organization, diversity, and long-term dynamics of a neotropical bat community". Pp. 503-551 in Cody, M. & Smallwood, J. (eds). Long term studies in vertebrate communities. Academic Press, San Diego.
97. Leopold, L. B., F. E. Clarke, B. B. Hanshaw y J. R. Balsley, .1971. A Procedure for Evaluating Environmental Impact, Government Printing Office, Geological Survey Circular 645, Washington.
98. Navarro, A. G. y H. Benítez, 1995. El dominio del aire. Fondo de Cultura Económica.
99. Simmons, N. B. and R. S. Voss, 1998. "The mammals of Paracou, French Guiana: a Neotropical lowland rainforest fauna". Pt. 1. Bulletin of the American Museum of Natural History, 237: 1-219. in: Kunz, T. H. y M B. Fenton, eds. Bat Ecology. The University of Chicago Press. Chicago.
100. ANTEZANA J. 2001. Calibración de los factores de erosión utilizando la ecuación universal de Perfiles de suelo revisado RUSLE en sistemas de producción agrícola de la Cuenca Taquiña. Centro de Levantamientos Aeroespaciales y aplicaciones SIG para el Desarrollo Sostenible de los Recursos Naturales (CLAS), Cochabamba, Bolivia. 77 p.
101. ASCE. 1975. Sedimentation Engineering. Ed. V. A. Vanoni. American Society of civil engineering. Manuals and Reports No. 54. 745 pp.

102. BECERRA, M. 2005. Escorrentía, erosión y conservación de suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México, México. 375 pp.
103. CHEPIL, W.S., and N.P. Woodruff. 1963. The physics of wind erosion and its control. Adv. In Agron. 15: 211–302.
104. FAO. 1979. A provisional methodology for soil degradation assesment.
105. FIGUEROA, B. 1975. Pérdida de suelo y nutrimentos y su relación con el uso del suelo en la cuenca del rio Texcoco. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo México.
106. FIGUEROA, B., A. AMANTE, H. CORTES, J. PIMENTEL, E. OSUNA, J. RODRIGUEZ y F. MORALES. 1991. Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión. Edit. SARH-Colegio de Posgraduados. Subsecretaría de Agricultura, Dirección General de Política Agrícola. México. D. F. 150 pp.
107. FITZ, P., E.A. 1984. Suelos: Su formación, clasificación y distribución. C.E.C.S.A. México.
108. FOSTER, G.R. 1982. Modeling the erosion process. In C T Hann, H P Johnson and D L Brakensick (eds), Hydrologic modeling of small watersheds. American Society of Agricultural Engineers Monograph 5: 297-380.
109. HUDSON, N. W. 1995. Soil conservation. Third Edition. Batsford London. UK. 391 pp.
110. LANGBEIN W.B and S.A Schumm. 1958. Yield of sedimens in relation to mean annual precipitation. Trnas. Am. Geophys. Union 39:1076-1084.
111. LYLES, L. 1974. Speculation on the effects of wind erosion on productivity. Special Report to task Force on Wind Erosion Damage Estimates. Washington D.C. U.S Department of Agriculture. 70 pp.
112. MANNAERTS, C. 1999. Factores de erosión. Módulo 11: Degradación de suelos. ITC. Curso de Postgrado en levantamiento de recursos hídricos. Cochabamba, Bolivia.
113. Norma Oficial Mexicana NOM 011 CNA 2000, Conservación del recurso agua que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.
114. Ortiz, M. M., Anaya, M. y J. W. Estrada-Berg. 1992. Evaluación y cartografía de la erosión eólica en la República Mexicana. Cuaderno de Edafología 19. Centro de Edafología, Colegio de Posgraduados. Montecillo, Estado de México, México. 161 pp.
115. SCHOSINSKY , G. & LOSILLA, M., 2000: Modelo analítico para determinar la infiltración con base en la lluvia mensual.- Rev. Geol. Amér. Central, 23: 43-55.
116. SCHOSINSKY , G. 2006: Calculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos mensual. Rev. Geol. Amér. Central, 34-35; 13-30

117. SEMARNAT-UNAM. 2001. Inventario nacional forestal de la República Mexicana (cobertura digital). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Universidad Nacional Autónoma de México. México.
118. SEMARNAT. 2002. Evaluación de la pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica en la República Mexicana, esc. 1:1 000 000. México, D.F. 146 pp.
119. WILSON S.J y R.U. cooke. 1984. Erosión eólica. En R.J. Kirkby y R.P.C Morgan (eds). Erosión de Suelos. México. Limusa. 277-302 pp.
120. WISCHMEIER, W.H. 1959. A rainfall erosion index for a universal soil loss equation. Soil Sci. Soc. Amer. Proc.23 246 – 249.
121. CONABIO, 1998. La Diversidad biológica de México: Estudio de País, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F. 341 pp.
122. CONAFOR. 2010. Servicios ambientales. Comisión Nacional Forestal. Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php/temas-forestales/servicios-ambientales>
- 123.
124. CONANP. 2010. Áreas protegidas decretadas. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/reservas_biosfera.php.
125. CONANP. 2010. Áreas protegidas decretadas. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/parques_nacionales.php
126. CONANP. 2010. Áreas protegidas decretadas. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. RAMSAR. http://ramsar.conanp.gob.mx/conanp_hum.php
127. Congreso de la Unión. 2012. Ley General de Vida Silvestre. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 2000 con su última reforma del 1 de febrero de 2007.
128. Congreso de la Unión. 2012. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 2005. Ley General de Desarrollo Social. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de febrero de 2005.
129. Flores-Villela, O. y P. Gerez, 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. CONABIO. 439 pp.
130. González-Medrano, F. 2004. Las comunidades vegetales de México, Propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México. SEMARNAT-INE, 2ª ed.
131. Krebs, C. J. 1985. Ecología. Estudio de la Distribución y la Abundancia. Harla. México.753 pp.
132. Medrano G., F., 2003. Las comunidades vegetales de México. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología.
133. Miembro R. A., 1990. Árboles y arbustos útiles de México. Universidad Autónoma de Chapingo, Dpto de Bosques. Limusa. México, D. F.

134. Revista Mexicana de Biodiversidad: Anuales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Series Botánica y Zoología.
135. Rzedowsky, J. 2006. Vegetación de México. 1ra edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504 pp.
136. SEMARNAT, Áreas Naturales Protegidas de México con Decretos Estatales, Volumen 2.
137. SEMARNAT, 1998. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación del 28 de enero de 1998.
138. SEMARNAT. 2010 Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Disponible en: <http://www.semarnat.gob.mx/leyesy normas/Pages/normasoficialesmexicanasvignetes.aspx>.
139. SEMARNAT. 2011. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2011. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Primera edición. México.
140. SEMARNAT. 2011. Convocatoria 2012 para la asignación de apoyos del programa PROARBOL de la Comisión Nacional Forestal. Publicado en el DOF el 21 de diciembre de 2011.
141. SMN. 2010. Normales climatológicas por estación. Servicio Meteorológico Nacional. Comisión Nacional del Agua. Disponible en: http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75.
142. Becerra Moreno, A. 2005. Escorrentía, erosión y conservación de suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. México. 375p.
143. Bernard, E., 1998. "Vertical stratification of bat communities in tree-fall gaps in Central Amazonian primary forest". Selbyana, 19: 268-269. in: Kunz, T. H. y M B. Fenton, eds. Bat Ecology. The University of Chicago Press. Chicago.
144. Bernard, E., 2001. "Vertical stratification of bat communities in primary forest of Central Amazon", Brazil. Journal of Tropical Ecology (2001) 17: 115-126.
145. Bojórquez-Tapia, L. A., E. Ezcurra y O. García, 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. Journal of environmental management 53, 91-99.
146. CNA (Comisión Nacional del Agua). 2008. Ley de Aguas Nacionales. (Última reforma a la Ley publicada 1 dic. 1992) Diario Oficial de la Federación (México MX). Consultado el 25 abr. 2008.
147. CONAFOR (Comisión Nacional Forestal)-SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2007. Protección, restauración y conservación de suelos forestales (Manual de obras prácticas). 3ª Edición. Zapopan, MX. Comisión Nacional Forestal. 298 p.
148. Cortés T, H. 1991. Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados. Tesis M.C. México, MX: Colegio de postgraduados. Montecillo. 168 pp.

149. Duinker, P.N y Beanlands, G. E., 1986. The significance of environmental impacts: An exploration of concepts. *Environmental Management* 10, 1-10
150. Ezcurra, E., 1995, "La evaluación de impacto ambiental", *Gaceta Ecológica*, Instituto Nacional de Ecología (INE), 36: 110.
151. FAO. 1980. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de suelos. FAO. Roma. 86 pp.
152. Figueroa, S., B., A. Amante O., H. G. Cortés T., J. Pimentel L., E. S. Osuna C., J. M. Rodríguez O., F. J. y F. Morales (1991), Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Colegio de Postgraduados–CREZAS, San Luis Potosí, México.
153. Francis, C. M., 1990. "Trophic structure of bat communities in the understory of lowland dipterocarp rain forest in Malaysia". *Journal of Tropical Ecology*., 6: 421-431. in: Kunz, T. H. y M B. Fenton, eds. *Bat Ecology*. The University of Chicago Press. Chicago
154. Gandía, S; Meliá, J. 1993. La teledetección en el seguimiento de los fenómenos naturales. *Climatología y desertificación*. España. 189-192 Pp.
155. Kalko, E. K. V., Handley C. O. & Handley D., 1996. "Organization, diversity, and long-term dynamics of a neotropical bat community". Pp. 503-551 in Cody, M. & Smallwood, J. (eds). *Long term studies in vertebrate communities*. Academic Press, San Diego.
156. Leopold, L. B., F. E. Clarke, B. B. Hanshaw y J. R. Balsley, .1971. A Procedure for Evaluating Environmental Impact, Government Printing Office, Geological Survey Circular 645, Washington.
157. Leclerc, G., and J. Rodríguez. 1998. "Using a GIS to determine critical areas in the Central Volcanic Cordillera Conservation Area." En: B.G. Savitsky y T.E. Lacher Jr (Eds.), *GIS Methodologies for Developing Conservation Strategies: Tropical Forest Recovery and Wildlife Management in Costa*.
158. Linner EA. 2007. A checklist of the Amphibians and Reptiles of Mexico. *Occasional papers of the Museum of Natural Science*. Louisiana, US. Louisiana State University. may. No. 80.
159. Magurrán, A.E. 2004. *Measuring biological biodiversity*. USA. Blackwell Publishing. 256 p.
160. Manson, R. 2007. Efectos del uso del suelo sobre la provisión de servicios ambientales hidrológicos: monitoreo del impacto del PSAH. Informe final. (en línea) Consultado 25 jun. 2012. Disponible en: http://www.ine.gob.mx/descargas/dgipea/inf_final_ine_rhm_manson.pdf
161. Moreno, C.E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. SP. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
162. Mostacedo, B. 2000. *Manual de Métodos básicos de muestreo y análisis de ecología vegetal*. BO. BOLFOR. Santa Cruz. 87 p.
163. Navarro, A. G. y H. Benítez, 1995. *El dominio del aire*. Fondo de Cultura Económica.

164. Pagiola, S; Bishop, J; Landell-Mills, N. 2003. La venta de servicios ambientales forestales. 2da ed. México, MX. INE. 463 p.
165. SINADES (Sistema Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Degradación de los Recursos Naturales). 2008. Estrategia nacional de manejo sustentable de tierras frágiles. Versión para consulta. MX. 132 p.
166. Thornthwite. Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Suelos.
167. UNEP (United Nations Environment Programme)-WCMC (World Conservation Monitoring Centre). 2011. UNEP-WCMC Species Database: CITES-Listed Species. (en línea) Consultado 30 jun. 2012. Disponible en <http://www.cites.org>
168. www.inegi.gob.mx · www.conabio.gob.mx
169. www.semarnat.gob.mx

CAPÍTULO V

170. Adams, D.F. y F.A. Young. 1965. Kraft odor detection and objectionability thresholds. Washington State University Progress Report on U.S. Public Health Service Grant.
171. Compilation of Air Pollutant Emission Factors AP-42, Fifth Edition, Vol. I: Stationary Point and Area Source (2000).
172. Bojórquez- Tapia, L.A., E. Ezcurra and O. García. 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. *Journal of Environmental Management* 53, 91-99.
173. Environmental Protection Agency, U.S. 1978. Pollution control guidance for geothermal energy development. EPA-600/7-78-101. Pp. 38-39.
174. Leopold, L. B., F. E. Clarke, B.B. Hanshaw and J. E. Balsley. 1971. A procedure for evaluating environmental impact. U.S. Geological Survey Circular 645, Was
175. Pasquill, F. 1974. Atmospheric Diffusion: The Dispersion of Windborne Material from Industrial and other Sources. New York, 2da edición, Edit. John Wiley & Sons.
176. Shinn, J.H., B.R. Clegg y M.L. Stuart. 1977. A linear gradient chamber for exposing field plants to controlled levels of air pollution. Lawrence Livermore, Ca. Report No. UCRL-81691.
177. Turner, Bruce. 1970. Workbook of atmospheric dispersion estimates. 1ª ed, Cincinnati, Ed. National Technical Information Service.
178. U.S. Environmental Protection Agency. 1995. "ISC3 Guía del usuario", U.S.A., Ed. USEPA, Septiembre 1995.
179. U.S. Environmental Protection Agency. 1995. "PCRAMMET Guía del usuario", U.S.A., Ed. USEPA, Octubre 1995.

180. Wark, K. y C.F. Warner.1990. Contaminación del aire. Ed. LIMUSA, 1ª edición. México D.F,

ESTUDIO DE DISPERSIÓN

181. Adams, D.F. y F.A. Young. 1965. Kraft odor detection and objectionability thresholds. Washington State University Progress Report on U.S. Public Health Service Grant.
182. Compilation of Air Pollutant Emission Factors AP-42, Fifth Edition, Vol. I: Stationary Point and Area Source (2000).
183. Environmental Protection Agency, U.S. 1978. Pollution control guidance for geothermal energy development. EPA-600/7-78-101. Pp. 38-39.
184. Pasquill, F. 1974. Atmospheric Diffusion: The Dispersion of Windborne Material from Industrial and other Sources. New York, 2da edición, Edit. John Wiley & Sons.
185. Shinn, J.H., B.R. Clegg y M.L. Stuart. 1977. A linear gradient chamber for exposing field plants to controlled levels of air pollution. Lawrence Livermore, Ca. Report No. UCRL-81691.
186. Turner, Bruce. 1970. Workbook of atmospheric dispersion estimates. 1ª ed, Cincinnati, Ed. National Technical Information Service.
187. U.S. Environmental Protection Agency. 1995. "ISC3 Guía del usuario", U.S.A., Ed. USEPA, septiembre 1995.
188. U.S. Environmental Protection Agency. 1995. "PCRAMMET Guía del usuario", U.S.A., Ed. USEPA, octubre 1995.
189. Wark, K. y C.F. Warner.1990. Contaminación del aire. Ed. LIMUSA, 1ª edición. México D.F,

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

190. Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), 2019.
191. Failure Rate and Event Data for use within Risk Assessments (06/11/17)
192. Gestión de Riesgos en Ductos, ITSEMAP 2010
193. Casal, Joaquín, et al. 2001. Análisis de Riesgo en Instalaciones Industriales. Alfaomega. Barcelona.
194. Kolluru, K., et al.1998. Manual de Evaluación y Administración de Riesgo. Mc. Graw Hill. New York.
195. Perry, R. H., Green, D. W., Maloney, J.O. Manual del Ingeniero Químico. Tomos I, II. Mc. Graw Hill. New York.

196. Storch de Gracia, J. M. 1998 Manual de Seguridad Industrial en Plantas Químicas Petroleras Fundamento, Evaluación del Riesgo y Diseño. Vols. I, II. Mc. Graw Hill. Madrid.
197. González Hernández R. 2017. Bondades y beneficios de los Análisis de Riesgos, AISOHMEX.

CONTRATO DE ARRENDAMIENTO CON PROMESA DE COMPRAVENTA, (EN ADELANTE EL "CONTRATO"), QUE CELEBRAN POR UNA PARTE, COMO PROMITENTE VENDEDOR **BANCO MONEX, S.A., INSTITUCIÓN DE BANCA MÚLTIPLE, MONEX GRUPO FINANCIERO, ACTUANDO ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE COMO FIDUCIARIO DEL FIDEICOMISO REVOCABLE TRASLATIVO DE DOMINIO DE ADMINISTRACIÓN Y GARANTIA IDENTIFICADO CON EL NÚMERO F/3529 (EL "FIDEICOMISO")**, REPRESENTADO EN ESTE ACTO POR SU DELEGADO FIDUCIARIO LA LICENCIADA ROSA LAURA MEDINA PAREDES (EN LO SUCESIVO "ARRENDADOR" Y/O "EL FIDUCIARIO", SEGÚN EL CONTEXTO LO REQUIERA) Y POR LA OTRA PARTE, COMO PROMITENTE COMPRADOR **COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD** (EN LO SUCESIVO "ARRENDATARIO"), REPRESENTADO EN ESTE ACTO POR SU APODERADO LEGAL, **EL DR. EDMUNDO SANCHEZ AGUILAR**; CON LA COMPARECENCIA DE LAS SOCIEDADES GRUPO NAFTA, S.A. DE C.V. (EL "FIDEICOMITENTE B") Y DESARROLLOS DEL FUTURO, S.A. DE C.V. (EL "FIDEICOMITENTE C"), AMBAS REPRESENTADAS EN ESTE ACTO POR EL SEÑOR AGUSTIN SERNA GARCIA, COMO FIDEICOMITENTES Y FIDEICOMISARIOS DE EL "FIDEICOMISO", DE CONFORMIDAD CON LOS ANTECEDENTES, DECLARACIONES Y CLÁUSULAS SIGUIENTES:

ANTECEDENTES

PRIMERO.- Que mediante escritura pública número 18,376, de fecha veintisiete de abril del 2017, pasada ante la fe del Notario Público número 62, el Licenciado Tomas Cid Lucero con ejercicio y residencia en la Ciudad de San Luis Río Colorado, Sonora, celebró un Convenio de Sustitución de Institución Fiduciaria respecto del Contrato de Fideicomiso Revocable Traslato de Dominio, de Administración y de Garantía; la cual se encuentra inscrita en la Oficina del Registro Público de la Propiedad y de Comercio de este distrito judicial bajo los siguientes números: 43,780, en la sección Registro Inmobiliario, Volumen 644, Libro Dos, con fecha diecinueve de mayo del 2017; y 55,923, en la sección Registro Inmobiliario, Volumen 4,485, Libro Uno, con fecha cinco de septiembre del año 2017 y por virtud de tal Convenio "BANCO MONEX", SOCIEDAD ANONIMA, INSTITUCIÓN DE BANCA MÚLTIPLE, MONEX GRUPO FINANCIERO, quedó designada como "FIDUCIARIA SUSTITUTA" y por tanto, confiriéndosele todos los derechos y obligaciones a que se refiere el Contrato de Fideicomiso Revocable, Traslato de Dominio de Administración y de Garantía, celebrado mediante Escritura Pública número 2,532, de fecha 20 de diciembre de 1994, pasada ante la fe del Lic. Sergio Romero Martínez, Notario Público número 12, con ejercicio y residencia en el Municipio de San Luis Río Colorado, Sonora. En lo sucesivo el "Fideicomiso". Se adjunta como Anexo A.

En otros, el "Fideicomiso" tiene como fines, los siguientes:

"...

4.1 Que el Fiduciario mantenga la titularidad de la propiedad del INMUEBLE (termino definido más adelante), para el cumplimiento de los fines de este Fideicomiso conjuntamente con las construcciones y mejoras existentes, con todo lo que de hecho y por derecho le corresponde.

4.13 Que el Fiduciario de conformidad con las instrucciones del Comité Técnico, celebre y firme los contratos, convenios y otros documentos que se requieran para llevar a cabo los fines del Fideicomiso...

4.14 Que el Fiduciario, por instrucciones del Comité Técnico, enajene el INMUEBLE (termino definido más adelante) en favor de personas físicas o morales con capacidad para contratar en los términos establecidos en dichas instrucciones...

...”

SEGUNDO. El presente Contrato se celebra en cumplimiento de los fines previstos en el **FIDEICOMISO** y por instrucciones recibidas por el **FIDUCIARIO** de parte del Comité Técnico del **FIDEICOMISO**. Una copia de dicha carta se adjunta al presente Contrato como Anexo B.

Los términos definidos con mayúscula inicial en el presenta Contrato, tendrán el mismo significado establecido para ellos en el **FIDEICOMISO**, a menos que sean definidos en forma distinta en el presente instrumento.

DECLARACIONES

I) Declara “ARRENDADOR” por conducto de su delegado fiduciario:

- A) Es una Institución de Banca Múltiple debidamente constituida bajo la denominación de Comerica Bank México, Sociedad Anónima, Institución de Banca Múltiple, de acuerdo con las leyes de los Estados Unidos Mexicanos, en los términos de la escritura pública número 50,993 de fecha 2 de abril de 1997, otorgada ante la fe del Lic. Miguel Alessio Robles, Notario Público número 19 de la Ciudad de México, cuyo primer testimonio quedó debidamente inscrito en el Registro Público de Comercio de la Ciudad de México, en el folio mercantil número 221,912*.
- B) Que mediante escritura pública número 76,351 de fecha 15 de agosto de 2006 otorgada ante la fe del Lic. Miguel Alessio Robles, Notario Público número 19 de la Ciudad de México, cuyo primer testimonio se encuentra inscrito en el Registro Público de la Propiedad y del Comercio de la Ciudad de México bajo el folio mercantil 221,912 de fecha 15 de febrero de 2007, se protocolizó un acta de asamblea general ordinaria y extraordinaria de accionistas a través de la cual entre otros acuerdos se cambió la denominación social de Comerica Bank México, Sociedad Anónima, Institución de Banca Múltiple, por la de Banco Monex, Sociedad Anónima, Institución de Banca Múltiple, Monex Grupo Financiero.
- C) Que se encuentra facultado para suscribir este Contrato, según se desprende de la escritura número 43,479 de fecha 15 de febrero del 2019, pasada ante el Lic. Alberto T. Sánchez Colin, titular

de la Notaría Número 83 de la Ciudad de México, mismas que no le han sido revocadas, limitadas o modificadas en forma alguna al momento de la firma del presente instrumento.

- D) Que con fecha 01 de noviembre de 2021 recibió del Comité Técnico, la carta de instrucción respectiva para la celebración de este acto.
- F) La carta de Instrucción del Comité Técnico adjunta propuesta de fecha 28 de octubre de 2021 en la que contienen los montos por concepto de arrendamiento y compraventa, la cual se agrega como Anexo D con una vigencia al 31 de diciembre de 2021.
- G) Que es objeto del presente contrato de arrendamiento con promesa de compraventa el siguiente bien inmueble, el cual no tiene construcciones, en adelante el INMUEBLE:

Polígono 39-2 del Parque Industrial Internacional, con una superficie de 9.00 hectáreas con los datos de localización y medidas y colindancias siguientes:



Vértice	Latitud	Longitud
1	32°25'11.00"N	114°42'59.14"O
2	32°25'6.72"N	114°42'44.76"O
3	32°24'59.82"N	114°42'47.61"O
4	32°25'4.10"N	114°43'2.00"O

POLIGONO 39-2

CUADRO DE CONSTRUCCION						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	C O O R D E N A D A S	
EST	PV				X	Y
				1	714,743.9880	3'589,249.6380
1	2	S 71°43'37.6" E	400.00	2	715,123.8170	3'589,124.2210
2	3	S 18°16'22.4" W	225.00	3	715,053.2700	3'588,910.5666
3	4	N 71°43'37.6" W	400.00	4	714,673.4404	3'589,035.9838
4	1	N 18°16'22.4" E	225.00	1	714,743.9880	3'589,249.6380
				SUPERFICIE = 90,000.00 m²		

Al Norte:
Metros

En 400.00
con

polígono 39-1 propiedad del Fideicomiso Parque Industrial Internacional

Al Sur: En 400.00 Metros con terrenos propiedad del Fideicomiso Parque Industrial Internacional

Al Este: En 225.00 Metros con terrenos propiedad Del Fideicomiso Parque Industrial Internacional

Al Oeste: En 225.00 Metros con derecho de vía de Carretera San Luis-Estación Doctor.

H) El INMUEBLE, objeto del presente contrato, no se encuentra subdividido. La subdivisión de dicho predio se realizará cuando inicie el tramite de escrituración de la transmisión correspondiente y será a cargo del **"ARRENDATARIO"**.

I) Que conforme a la información que ha recibido del Comité Técnico el INMUEBLE objeto del presente contrato, se arrendará libre de todo gravamen y al corriente en el pago de sus contribuciones.

II) **DECLARA "ARRENDATARIO"**, por conducto de su representante legal, en su carácter de Director Corporativo de Finanzas:

A) Es una Empresa Productiva del Estado de propiedad exclusiva del Gobierno Federal, con personalidad jurídica y patrimonio propios que goza de autonomía técnica, operativa y de gestión, según lo dispuesto en el artículo 2 de la Ley de la Comisión Federal de Electricidad.

B) Tiene por objeto prestar el servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica, por cuenta y orden del Estado Mexicano, así como llevar a cabo las actividades relacionadas con la generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, en términos de lo establecido en el Art. 5 de la Ley de la Comisión Federal de Electricidad.

C) Tiene como fin el desarrollo de actividades empresariales, económicas, industriales y comerciales en términos de su objeto, generando valor económico, y rentabilidad para el Estado Mexicano como su propietario, en términos del artículo 4 de la Ley de la Comisión Federal de Electricidad.

- D) Que cuenta con Registro Federal de Contribuyentes (RFC) clave CFE370814QI0.
- E) El Dr. Edmundo Sánchez Aguilar, en su carácter de Director Corporativo de Finanzas, cuenta con las facultades legales suficientes para comparecer a la celebración del presente Contrato lo cual acredita con el testimonio de la escritura pública No. 18,049 de fecha 31 de diciembre de 2020, otorgada ante la fe del Lic. César Álvarez Flores, Notario Público número 87 de la Ciudad de México, la cual está vigente en los términos en que fue otorgada. Dicho documento se agrega al presente como Anexo E.
- F) Que es su voluntad celebrar el presente contrato, que lo hace en representación de Comisión Federal de Electricidad y que tiene la capacidad legal así como amplia solvencia económica para realizarlo.
- G) Que tiene interés en arrendar y posteriormente adquirir en nombre y representación de la Comisión Federal de Electricidad, el Inmueble, reconociendo que a la escritura pública donde conste la futura transmisión de propiedad de dicho Inmueble a su favor comparecerá el Fideicomiso por conducto de su Delegado Fiduciario.
- H) Que conoce el inmueble objeto del presente contrato y manifiesta su expresa conformidad con los mismos.
- I) Que reconoce expresamente la representación con la que comparece el Delegado Fiduciario, únicamente para arrendar y en su caso, enajenar el INMUEBLE.

III) DECLARA “EL FIDEICOMITENTE B” por conducto de su representante legal:

- A) Que es una sociedad anónima de capital variable debidamente constituida conforme a las leyes de la República Mexicana, tal y como consta en la escritura pública número 10,816 de fecha catorce de enero de mil novecientos noventa y tres (1993), pasada ante la fe del C. LICENCIADO ALEJANDRO VÍCTOR GONZÁLEZ BERNAL, Notario Público número diecinueve, con ejercicio y residencia en Ciudad Juárez, Chihuahua; cuyo Primer Testimonio relativo al día veinticinco de agosto del mismo año fue inscrito bajo el número 1,907 de la Sección Comercio, Libro Uno, Volumen XXI del Registro Público de la Propiedad y de Comercio de este distrito judicial de San Luis Río Colorado, Sonora.
- B) Que el Sr. Agustín Serna Garcia comparece en su carácter de Presidente del Consejo de Administración de "Grupo Nafta, Sociedad Anónima de Capital Variable", mediante acta notarial número 8,377, que con fecha 22 de enero del año 2010, pasada ante la fe del Licenciado Sergio Romero Martínez, titular de la notaría pública número doce, con residencia y ejercicio en el municipio de San Luis Río Colorado, Sonora e inscrita bajo el folio mercantil

electrónico número 85*14, con fecha 02 de febrero de 2010, del registro público de la propiedad y de comercio de la ciudad de San Luis Río Colorado, Sonora.

- C) Que en su calidad de Presidente del Consejo de Administración, cuenta con plena capacidad legal y facultades suficientes para celebrar el presente contrato y obligarla en los términos del mismo, tal y como consta con la copia certificada del instrumento relacionado en el inciso anterior, mismas que no le han sido revocadas, limitadas o modificadas, y no requiere de consentimiento alguno adicional, para el otorgamiento de este contrato.
- D) Que tiene la posesión del INMUEBLE aportado a tal Fideicomiso y por tanto tiene en consecuencia la posesión material y jurídica de los bienes objeto de este contrato.

IV) DECLARA “EL FIDEICOMITENTE C” por conducto de su representante legal:

- A) Que es una sociedad anónima de capital variable debidamente constituida conforme a las leyes de la República Mexicana, tal y como consta en la escritura pública número 8,836 de fecha veintinueve de enero de mil novecientos noventa y tres (1993), pasada ante la fe del C. LICENCIADO AURELIANO GONZÁLEZ BAZ, Notario Público número uno, con ejercicio y residencia en Ciudad Juárez, Chihuahua; cuyo Primer Testimonio relativo al día dieciocho de junio del mismo año fue inscrito bajo el número 1,888 de la Sección Comercio, Libro Uno, Volumen XXI del Registro Público de la Propiedad y de Comercio de este distrito judicial de San Luis Río Colorado, Sonora.
- B) Que el Sr. Agustín Serna Garcia comparece en su calidad de Administrador Único de "Desarrollos Del Futuro, Sociedad Anónima de capital Variable", mediante acta notarial número 2,957, de fecha 25 de junio de 1996, pasada ante la fe del C. Licenciado Sergio Romero Martínez, notario público número doce, con ejercicio y residencia en esta ciudad de San Luis Río Colorado, Sonora, e inscrita en el registro público de la propiedad y de comercio de la ciudad de San Luis Río Colorado, Sonora, bajo el número 2,303, de la sección comercio, libro uno (1), volumen octavo (viii), de fecha 04 de julio de 1996.
- C) Que en su calidad de Administrador Único, cuenta con plena capacidad legal y facultades suficientes para celebrar el presente contrato y obligarla, tal y como consta con la copia certificada del instrumento de la escritura pública número 15,078 de fecha 10 de septiembre de 2008, otorgada ante la fe del Licenciado Sergio Romero Martínez, Notario Público número 12 de San Luis Río Colorado, Sonora. Mismas que no le han sido revocadas, limitadas o modificadas, y no requiere de consentimiento alguno adicional, para el otorgamiento de este contrato.

V) DECLARAN “EL DELEGADO FIDUCIARIO”:

- A) Que previamente a la celebración del presente contrato, informaron al “PROMITENTE COMPRADOR” sobre la existencia, alcance y contenido de la documentación legal y técnica, tales como el contrato del “FIDEICOMISO”, la instrucción al FIDUCIARIO para la transmisión de propiedad al “PROMITENTE COMPRADOR” una vez que se liquide el precio del INMUEBLE, materia de este contrato.
- B) Que se obligan a notificar e instruir por escrito al FIDUCIARIO una vez que “ARRENDATARIO” haya cumplido totalmente con sus obligaciones de pago, para que el FIDUCIARIO por conducto de sus delegados fiduciarios comparezca a la escritura pública donde conste la transmisión de propiedad del INMUEBLE a favor del “PROMITENTE COMPRADOR”.

Expuesto lo anterior, las partes manifiestan su intención de sujetar el presente contrato al tenor de las siguientes:

CLÁUSULAS

PRIMERA. Objeto

Sujeto a los términos, estipulaciones y condiciones establecidas en el Contrato, el Arrendador da en arrendamiento al Arrendatario el inmueble identificado en la declaración I, inciso G), y lo pone a su disposición para opción de compra en los términos y condiciones indicados en éste Contrato, el Arrendatario acepta en arrendamiento el Inmueble con Promesa de Compra.

SEGUNDA. Aceptación de la Promesa

Por su parte el Arrendatario acepta y está de acuerdo en la celebración del presente contrato de arrendamiento, así como ejercer la opción de compra, bajo los términos y condiciones del presente contrato, ya sea por sí o a través de alguna de sus Empresas Productivas Subsidiarias, Empresas Filiales o Fideicomisos bajo su control.

2.1 A partir de la fecha de firma del presente contrato y hasta la fecha de formalización del contrato de compraventa el Arrendador se obliga a:

- a). Mantenerse al corriente en el pago de impuestos, derechos y contribuciones relacionados con el inmueble;
- b). no enajenar, ceder, transmitir, gravar o ceder el uso y goce del inmueble o los derechos que detenta sobre el mismo, en ninguna forma y a ninguna persona.

TERCERA. Destino

3.1 Destino del Inmueble

El Destino del Inmueble es el uso que se le dará al Inmueble para el acceso, la instalación, interconexión, puesta en marcha, operación y desmantelamiento de infraestructura, por parte de CFE, empresas productivas subsidiarias, filiales o fideicomisos de control directo o de quien estos designen;

3.2 Entrega de la Posesión. Las Partes convienen que el Arrendador entregará al Arrendatario la posesión jurídica, física y material del Inmueble Arrendado, conforme a las medidas y colindancias establecidas en la Declaración I inciso G), de manera libre y pacífica y en la fecha de celebración del presente Contrato, considerándose para todos los efectos a que haya lugar, que el Arrendatario se encuentra en posesión física y legal del Inmueble Arrendado, que lo ocupa y es responsable del mismo a partir de ese momento con todos los derechos y obligaciones que el acto conlleva.

En virtud de la entrega de la posesión del inmueble arrendado, tendrán acceso al inmueble las personas que designe la Arrendataria, con la finalidad de estar en posibilidad de llevar a cabo las actividades necesarias para la ejecución del destino del inmueble.

3.3 Permisos y Licencias. Las Partes convienen y aceptan que el Arrendatario se encuentra obligado a obtener y mantener, bajo su propio costo, cualesquiera licencias o permisos necesarios y pertinentes para su operación en el Inmueble Arrendado, Comprometiéndose el arrendador a facilitar cualquier tipo de documentación que resulte necesaria para el trámite de licencias o permisos requeridos para su operación en el Inmueble Arrendado.

CUARTA. Renta.

4.1 Monto de la Renta. El monto de la renta será de \$13, 500.00 dólares (son trece mil quinientos dólares 00/100 moneda de Estados Unidos de Norteamérica) mensuales.

4.2. Fecha de pago de la Renta. El Arrendatario pagará mensualmente el monto de la Renta, a los 30 días naturales posteriores a la fecha de recepción y aceptación de la factura del mes calendario correspondiente. La primera factura se emitirá a partir de la firma del presente Contrato y las siguientes el primer día de cada mes.

4.3 Forma de pago de la Renta. El pago del Monto de la Renta, se cubrirá mediante transferencia bancaria a la cuenta número 2935187, contratada en "BANCO MONEX", SOCIEDAD ANÓNIMA, INSTITUCIÓN DE BANCA MÚLTIPLE, MONEX GRUPO FINANCIERO a nombre del Fideicomiso F/3529 (la "cuenta receptora"), plaza Ciudad de México, sucursal matriz, RFC BMI9704113PA, con cuenta clabe 112962000029351876.

QUINTA. Plazo.

El Plazo del arrendamiento objeto de este Contrato es de 12 (doce) meses, contados a partir de la fecha de la suscripción del presente Contrato, pudiendo ejercer su derecho a la compra en cualquier momento dentro de dicho plazo.

5.1 Terminación Anticipada

Las partes acuerdan que se podrá dar por terminado anticipadamente el Contrato debiendo dar aviso por escrito con un plazo no mayor a veinte días hábiles de anticipación a la fecha de terminación.

SEXTA. Mejoras y Reparaciones

6.1 Estado del Inmueble Arrendado

Las Partes acuerdan que en el momento de la entrega y posesión del Inmueble Arrendado se procederá a realizar un acta de entrega – recepción, en el que se hará constar las condiciones en las que el Arrendatario recibe el bien inmueble, incluyendo toda evidencia que resulte procedente

6.2 Mejoras, Adaptaciones y Modificaciones

El Arrendador expresa desde este momento su conformidad para que el Arrendatario lleve a cabo las mejoras, adaptaciones, modificaciones e instalaciones de equipos especiales en el Inmueble arrendado, de acuerdo con el Destino del Inmueble arrendado, en el entendido de que, al concluir el Plazo de Renta, deberá entregar el Inmueble arrendado con el deterioro natural causado por el uso y destino para el que fue contratado.

Atento a lo anterior, cualquier instalación, equipo, adaptación o mejora que se realice en el Inmueble Arrendado por parte del Arrendatario para el cumplimiento del Destino del Inmueble Arrendado, no se entenderán en beneficio del Inmueble Arrendado, las cuales podrán ser retiradas en cualquier momento por cuenta propia del Arrendatario sin que sea necesario el consentimiento del Arrendador. En este sentido, los bienes muebles que se instalen o que se tengan en el interior del Inmueble Arrendado durante el Plazo de Renta, serán única y exclusivamente propiedad del Arrendatario y no del Arrendador, por lo que no se incorporarán al Inmueble Arrendado por accesión.

6.3 Reparaciones por parte del Arrendador

Todas las reparaciones, modificaciones o adiciones que se requieran realizar por el Arrendador para que el Arrendatario pueda hacer uso del Inmueble Arrendado conforme al Contrato, deberán de ser realizadas exclusivamente por cuenta del Arrendador.

Para el caso de que se realicen modificaciones, adiciones o reparaciones al Inmueble Arrendado por cuenta y obra del Arrendador sin previa notificación al Arrendatario y éstas afecten o causen daños a las obras, instalaciones o cualquier infraestructura propiedad del Arrendatario relativa al Destino del Inmueble Arrendado, el Arrendatario tendrá derecho a rescindir el Contrato de manera anticipada, sin necesidad de declaración judicial y a ser indemnizado de los daños y perjuicios causados.

6.4 Reparaciones por parte del Arrendatario

El Arrendatario deberá, a su propia costa, mantener en buen estado el Inmueble Arrendado, así como reparar cualquier daño causado derivado del uso del Inmueble Arrendado de conformidad con el Destino

del Inmueble Arrendado. Si el Arrendatario incumpliere con su obligación de mantener el Inmueble Arrendado en buen estado, el Arrendador podrá realizar dichas reparaciones o reemplazos y el Arrendatario deberá cubrir al Arrendador los gastos incurridos por tales efectos.

SÉPTIMA. Cesión.

Salvo por lo dispuesto en esta Cláusula, ninguna de las Partes podrá ceder, gravar o transferir, total o parcialmente, **este Contrato** o cualquiera de sus derechos u obligaciones derivadas del mismo.

Si alguna de las partes desea ceder sus derechos y obligaciones derivados del presente Contrato, deberá notificar su intención por escrito a la otra con por lo menos 10 (diez) Días Hábiles de anticipación a la fecha en la que tiene prevista llevar a cabo la cesión. La otra Parte tendrá un plazo máximo de 5 (cinco) Días Hábiles para realizar manifestaciones por escrito. Si transcurrido el plazo señalado, no se realiza manifestación alguna la propuesta de cesión se tendrá por no aprobada.

7.1 Cesión por parte del Arrendatario.

Sin perjuicio de lo anterior, las Partes acuerdan que en cualquier momento, CFE se encuentra facultada para ceder parte o la totalidad de sus derechos y/u obligaciones derivados del presente Contrato, sin el previo consentimiento del Arrendador, siempre que el cesionario sea el Gobierno Federal de México, sus empresas productivas subsidiarias y/o empresas filiales, o cualquier fideicomiso constituido por alguna de éstas o del cual formen parte, bastando para ello una notificación por escrito al Arrendador con al menos 30 (treinta) Días previos a la fecha efectiva de cesión. Lo anterior, incluye el derecho de CFE para aportar parte o la totalidad de sus derechos y/u obligaciones derivadas del presente Contrato a cualquier fideicomiso del que sea parte La Comisión Federal de Electricidad, sus empresas productivas subsidiarias y/o empresas filiales.

El cesionario deberá aceptar en todos sus términos el presente Contrato y se subrogará en los derechos y obligaciones de la Parte cedente que se deriven del mismo.

7.2 Cesión por parte del Arrendador

El Arrendador podrá, sin requerir la previa autorización de CFE, ceder o gravar sus derechos de cobro, presentes o futuros, al amparo de este Contrato, en la medida en que dicha cesión o Gravamen se realice en términos y condiciones acordes con lo requerido por este Contrato.

En caso de que CFE incurra en costos adicionales, razonables y debidamente documentados, con motivo de dicha cesión, los mismos serán cubiertos por el Arrendador.

7.3 Cesionarios y Causahabientes

El Contrato será obligatorio y operará en beneficio de los causahabientes y cesionarios del Arrendador. Asimismo, el Contrato será obligatorio y operará en beneficio del Arrendatario, sus causahabientes y cesionarios, en la medida en que se autorice de conformidad con lo previsto en el presente Contrato.

OCTAVA. Impuestos

8.1 General

El Arrendador y el Arrendatario reconocen expresamente que cada una será responsable del pago de los impuestos que se generen a su cargo derivado del presente Contrato y de conformidad con las leyes fiscales aplicables vigentes.

NOVENA. Causas de Terminación por Incumplimiento

9.1 Causales de Terminación por Incumplimiento

Serán causas de terminación por incumplimiento del presente Contrato, sin necesidad de resolución judicial alguna, sin responsabilidad para la Parte que notifique la terminación, además de las causales de terminación por incumplimiento previstas en la Ley Aplicable y en otras disposiciones del presente Contrato, las siguientes:

9.1.1 Por eventos atribuibles al Arrendatario

Si el Arrendatario no realiza el pago de la Renta en los términos estipulados en el Contrato.

En el supuesto de que se acredite cualquier hecho ilícito cometido por el Arrendatario, en casos de delincuencia organizada, secuestro, robo de vehículos y trata de personas y/o en caso de que el Inmueble Arrendado pudiera estar sujeto a una acción de extinción de dominio o de medidas cautelares relacionadas con esta acción por actos que lleven al cabo el Arrendatario;

De ser el caso, el Arrendador notificará por escrito al Arrendatario que ha incurrido en alguno de los incumplimientos mencionados, especificando el incumplimiento de que se trate. El Arrendatario tendrá la posibilidad de subsanar el incumplimiento dentro de los 30 (treinta) Días siguientes a esta notificación. Si al término de dichos 30 (treinta) Días, el Arrendatario no ha subsanado su incumplimiento, el Arrendador podrá dar por rescindido el presente Contrato, sin necesidad de resolución judicial alguna, mediante notificación por escrito al Arrendatario de dicha terminación por incumplimiento.

9.1.2 Por eventos atribuibles al Arrendador

Que el Arrendador impida el uso o goce del Inmueble Arrendado al Arrendatario sin causa justificada;

Que por culpa o negligencia directamente imputable al Arrendador, el Inmueble Arrendado no pueda utilizarse para el Destino del Inmueble Arrendado previsto en el Contrato;

Que el Inmueble Arrendado sea clausurado por alguna autoridad, por causa imputable al Arrendador;

En caso de que el Arrendador inicie o realice obras o mejoras en el Inmueble Arrendado sin autorización previa del Arrendatario y/o que permita el acceso a terceros al Inmueble Arrendado, sin el consentimiento previo del Arrendatario, en términos del presente Contrato, salvo cuando se trate de mejoras o reparaciones urgentes, de emergencia o necesarias para el funcionamiento normal del Inmueble Arrendado que no afecten el Destino del Inmueble Arrendado;

Que incumpla con cualquier otra obligación contenida en el presente Contrato cuyo tratamiento no sea específicamente atendido de otra forma en el mismo, y

En caso de que existan vicios ocultos presentes o futuros tanto en el Inmueble Arrendado como en la documentación o información proporcionada conforme a la Ley Aplicable, para la celebración del presente Contrato.

Que las declaraciones del Arrendador establecidas en este Contrato, no sean ciertas o correctas.

De ser el caso, el Arrendatario notificará por escrito al Arrendador que ha incurrido en alguno de los incumplimientos mencionados, especificando el incumplimiento de que se trate. El Arrendador tendrá la posibilidad de subsanar el incumplimiento dentro de los 30 (treinta) Días siguientes a esta notificación. Si al término de estos 30 (treinta) Días, el Arrendador no ha subsanado su incumplimiento, el Arrendatario podrá dar por rescindido el presente Contrato sin necesidad de resolución judicial alguna, mediante notificación por escrito al Arrendador de dicha terminación por incumplimiento.

9.2 Pena Convencional

9.2.1 Pena Convencional a cargo del Arrendatario:

En caso de que se verifique una causa de terminación por incumplimiento prevista en la Cláusula 8.1.1 del presente Contrato, y como consecuencia de dicha situación el Arrendador termine por incumplimiento el Contrato, el Arrendatario se obliga a pagar al Arrendador como pena convencional la cantidad equivalente a 3 meses de renta, por un total de \$40,500 dólares (son cuarenta mil quinientos dólares 00/100 moneda de los Estados Unidos de Norteamérica).

9.2.2 Pena Convencional a cargo del Arrendador

En caso de que se verifique una causa de terminación por incumplimiento prevista en la Cláusula 8.1.1 del presente Contrato, y como consecuencia de dicha situación el Arrendatario termine por incumplimiento el Contrato, el Arrendador se obliga a pagar al Arrendador como pena convencional la

cantidad equivalente a 3 meses de renta, por un total de \$40,500 dólares (son cuarenta mil quinientos dólares 00/100 moneda de los Estados Unidos de Norteamérica).

9.2.3 Daños y perjuicios ocasionados por terminación anticipada o rescisión

Las Partes acuerdan y reconocen que las Penas Convencionales previstas en las cláusulas 9.2.1 y 9.2.2 tienen una finalidad meramente sancionadora, pero que no tienen el propósito de indemnizar a la otra por los daños y perjuicios que se hubieren causado. Por lo tanto, con independencia de que las Partes puedan reclamar el pago de las penas convencionales previstas en el Contrato, éstas se encuentran facultadas de forma adicional para reclamarse en términos de la Ley Aplicable la indemnización por los daños y perjuicios que la otra le hubieren causado.

DÉCIMA. Siniestros

El Arrendatario no es responsable de los daños causados al Inmueble Arrendado por sismos, incendios, inundaciones y demás causas que provengan de caso fortuito o fuerza mayor, de acuerdo con la Ley Aplicable.

Tratándose de siniestros no imputables al Arrendatario, el Arrendador le autoriza llevar a cabo las reparaciones que resulten necesarias para mantener y salvaguardar el cumplimiento del Destino del Inmueble Arrendado, los costos que por estas reparaciones resultan deberán ser cubiertos por el Arrendador.

Las Partes convienen que, si por cualquiera de las circunstancias anteriores no se puede seguir utilizando el Inmueble Arrendado, el Arrendatario podrá dar por terminado anticipadamente el Contrato sin necesidad de resolución judicial y sin ninguna responsabilidad para ninguna de las Partes.

Para cualquier siniestro no previsto en el presente Contrato, se estará a lo dispuesto a la Ley Aplicable, según se trate.

DÉCIMA PRIMERA. Devolución del Inmueble Arrendado

11.1 Condiciones de Devolución del Inmueble Arrendado

Al término del Plazo, por cualquier causa, incluyendo la terminación por incumplimiento conforme al Contrato, el Arrendatario deberá desocupar el Inmueble Arrendado y devolverlo al Arrendador, completamente vacío, libre de adeudos por los servicios que le corresponda cubrir y en las mismas condiciones en las que lo recibió, salvo el deterioro natural conforme al Destino del Inmueble Arrendado.

Las Partes se obligan a celebrar, el día en que deba tener lugar la devolución del Inmueble Arrendado al Arrendador, un acta de entrega-recepción en que se dé constancia de las condiciones físicas y materiales en las que el Arrendatario devuelve el Inmueble Arrendado.

11.2 Subsistencia de obligaciones no cumplidas

La recepción del Inmueble Arrendado por parte del Arrendador al término del Arrendamiento o en la fecha de devolución del Inmueble Arrendado no liberará a ninguna de las Partes de cualquier obligación que no haya sido cumplida en su totalidad, por lo que subsistirá la obligación hasta su cumplimiento definitivo.

DÉCIMA SEGUNDA. Domicilios para oír y recibir notificaciones

Las partes señalan como domicilios para oír y recibir notificaciones en todo lo relativo al presente contrato los siguientes:

Arrendador:

Banco Monex

Domicilio: Avenida Paseo de la Reforma, número 284, Piso 12, Colonia Juárez, Alcaldía Cuauhtémoc, Código Postal 06600 de la Ciudad de México.

At'n: Isabel Cristina García Castellanos

Correo electrónico: icgarcia@monex.com.mx

Arrendatario

Comisión Federal de Electricidad

Domicilio: Paseo de la Reforma 164, Piso 1, Col. Juárez, alcaldía Cuauhtémoc, C.P. 06600 Ciudad de México

At'n: Dr. Edmundo Sánchez Aguilar

Correo Electrónico: edmundo.sanchez@cfe.mx

Mtro. Frank Viveros Ballesteros

Correo Electrónico: frank.viveros@cfe.mx

DÉCIMA TERCERA. Confidencialidad

Las partes acuerdan que el presente contrato, los comunicados e información que se realice entre ellos son estrictamente confidenciales, encontrándose obligados a preservar esa condición jurídica, quedando obligados a la no divulgación parcial o total a terceros del contenido sin autorización expresa de la otra parte, salvo por mandato de ley o autoridad competente.

DÉCIMA CUARTA. Promesa de compraventa.

EL ARRENDADOR ("EL PROMITENTE VENDEDOR"), por instrucciones del Comité Técnico, PROMETE VENDER y el ARRENDATARIO ("EL PROMITENTE COMPRADOR") PROMETE COMPRAR el INMUEBLE que

se precisa en el inciso F) de las declaraciones correspondientes a **“EL ARRENDADOR”** en base a las siguientes consideraciones:

14.1 El promitente comprador y el promitente vendedor se obligan a celebrar el contrato definitivo de compraventa dentro del plazo de 12 meses a partir de la firma del presente contrato.

14.2 PRECIO.

El precio pactado por las partes por la transmisión de propiedad del Inmueble es la a cantidad de **\$1,260,000.00 dólares (son un millón doscientos sesenta mil dólares 00/100 MONEDA DE ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMERICA)**; importe que **“EL PROMITENTE COMPRADOR”** se obliga a pagar al momento de la formalización ante notario del Contrato de Compraventa que al efecto se elabore.

“EL PROMITENTE COMPRADOR” cubrirá el monto de la operación mediante transferencia bancaria a la cuenta número 2935187, contratada en **"BANCO MONEX", SOCIEDAD ANÓNIMA, INSTITUCIÓN DE BANCA MÚLTIPLE, MONEX GRUPO FINANCIERO** a nombre del Fideicomiso F/3529 (la **“cuenta receptora”**), plaza Ciudad de México, sucursal matriz, RFC BMI9704113PA, con cuenta clabe 112962000029351876.

14.3 Transmisión de Propiedad.

La transmisión de propiedad respecto del INMUEBLE, queda sujeta a la condición suspensiva consistente en que sea cubierta la totalidad del precio a que se refiere en el inciso 14.2 y celebrará en escritura pública la transmisión de propiedad del inmueble objeto del presente contrato.

La transmisión de la propiedad indicada será libre de todo adeudo fiscal, gravamen y limitación de dominio.

“EL PROMITENTE VENDEDOR”, en este acto establece que, en términos de la Cláusula 6.1.7 (seis punto uno punto siete) del contrato de **“FIDEICOMISO”, “CONSTRUCTORA E INMOBILIARIA EJIDO DE SAN LUIS, SOCIEDAD ANÓNIMA DE CAPITAL VARIABLE”** quedará obligada ante el **“EL PROMITENTE COMPRADOR”**, al saneamiento para el caso de evicción del inmueble objeto de este contrato. Y en tal virtud, se establece que **“EL PROMITENTE VENDEDOR”**, queda total y expresamente relevado de responder de dicha obligación, respecto de lo cual el **“EL PROMITENTE COMPRADOR”** manifiesta su entera conformidad.

14.4 Formalización en Escritura.

La formalización del presente contrato en escritura pública se llevará a cabo dentro de los 15 días posteriores a la fecha en el que **“EL PROMITENTE COMPRADOR”** haya cubierto el precio total establecido para la transmisión de **“el Inmueble”**.

En la escritura pública de traslación de dominio que en su momento se llegue a celebrar de igual manera se deberá señalar la extinción parcial del fideicomiso respecto del bien inmueble materia del presente contrato.

Los gastos, impuestos, derechos y honorarios que se generen por el presente contrato, así como por la escritura en que el mismo se formalice, serán única y exclusivamente por cuenta de "EL PROMITENTE COMPRADOR", con excepción del importe correspondiente al impuesto sobre la renta por enajenación que en su caso se llegue a causar, el cual será por cuenta al patrimonio de el "FIDEICOMISO" del Prominente Vendedor.

DÉCIMA QUINTA. Disposiciones Generales

15.1 Acuerdo Total

Este Contrato contiene el convenio y acuerdo total entre las Partes respecto del objeto del mismo, y sustituye todos los convenios (ya sean orales o escritos), acuerdos, cartas, y entendimientos previos entre dichas Partes que se refieran al arrendamiento del Inmueble Arrendado objeto del presente Contrato. Consecuentemente, el presente Contrato no podrá ser contradicho ni impugnado por evidencias de convenios o acuerdos previos, simultáneos o subsecuentes de naturaleza escrita u oral entre las Partes. En caso de que se presente algún conflicto o inconsistencia entre las comunicaciones escritas anteriores de las Partes y este Contrato, las estipulaciones contenidas en este Contrato prevalecerán para todos los efectos a que haya lugar.

15.2 Modificaciones

Ninguna disposición del presente Contrato podrá modificarse, ni ninguna modificación surtirá efectos hasta que dicha modificación se acuerde por escrito mediante un convenio modificatorio firmado por las Partes del presente Contrato.

15.3 Costos y Gastos

Cada una de las Partes sufragará los costos y gastos en que incurran de manera particular en relación con la negociación, celebración, firma y cumplimiento de este Contrato, salvo disposición en contrario en el mismo.

15.4 Disposiciones Inválidas

En caso de que cualquier disposición de este Contrato sea inválida, ilegal o no ejecutable, será, en la medida de lo posible, modificada para ser válida, legal y ejecutable, pero de manera que conserve la intención original de las Partes, y si dicha modificación no es posible, dicha disposición será separada

de este Contrato, y en cualquiera de los dos casos la validez, legalidad y exigibilidad de las restantes disposiciones de este Contrato no serán de ninguna manera afectadas o perjudicadas.

15.5 Renuncia

El no ejercicio por una de las Partes de alguna acción frente a la violación o incumplimiento del presente Contrato por la otra Parte, no implicará en ningún caso renuncia al ejercicio de dicha acción ni a cualquier otra que pudiera corresponder de conformidad con las Cláusulas del presente Contrato.

15.6 Anexos

Los Anexos que se adjuntan al presente Contrato han sido reconocidos, aceptados y rubricados por las Partes quienes actúan, en caso del Arrendador, por su propio derecho y en caso del Arrendatario, por conducto de su representante legal o por quien tenga las facultades legales para firmar el presente instrumento, haciéndose sabedores de lo contenido en todos y cada uno de ellos, para efectos de lo previsto en el presente Contrato, en la inteligencia de que los mismos se consideran como parte integrante del mismo.

15.7 Encabezados

Los títulos y encabezados contenidos en el presente Contrato son únicamente para referencia de las Partes y no limitarán ni ampliarán las disposiciones de este Contrato.

15.8 Anticorrupción

Las Partes se obligan, durante la ejecución del presente Contrato y mientras los derechos y obligaciones del mismo se encuentren vigentes, a conducirse con ética y en estricto apego a la Ley Aplicable en materia de cumplimiento legal y combate a la corrupción, a sus modificaciones o actualizaciones futuras, así como a las estipulaciones contenidas en el presente Contrato.

Asimismo, las Partes adoptarán y cumplirán medidas razonables para asegurar que sus directivos, empleados y/o terceros intermediarios y los de sus filiales, cumplan con la presente Cláusula.

En consecuencia, las Partes, incluyendo, en su caso, a sus accionistas, socios o sus Partes relacionadas, sus directivos, funcionarios, empleados, asesores, representantes legales, subcontratistas, agentes u otros terceros, reconocen que:

No han pagado, recibido, ofrecido, ni intentado pagar, recibir u ofrecer, ni intentarán pagar, recibir u ofrecer en el futuro, ningún pago o comisión ilegal, obsequio o atención de negocios o de carácter social, tales como regalos, comidas, entretenimiento o viáticos, incluidos transporte, alojamiento o

cualquier tipo de gasto de carácter personal, sin importar su cuantía o naturaleza, vinculado con el presente Contrato, y

No se han involucrado ni se involucrarán en prácticas como el soborno, la participación ilícita en procedimientos administrativos, tráfico de influencias, utilización de información falsa, obstrucción de facultades de investigación, colusión, el lavado de dinero, el uso indebido de recursos públicos o la contratación indebida de ex servidores públicos.

Lo anterior, en el entendido de que, la actualización de dichos supuestos, constituirá una causal para la terminación por incumplimiento inmediata del Contrato, sin necesidad de declaración judicial previa.

Cada Parte deberá informar de manera inmediata al resto sobre cualquier acto u omisión que pudiera considerarse como un acto de corrupción o infracción en materia de cumplimiento legal y en todo momento deberá dar acceso a la otra Parte y a las autoridades que resulten competentes, a los documentos o información que a su juicio sea relevante para conocer de dichos actos, así como a permitir las visitas que las autoridades estimen convenientes.

En congruencia con lo antes descrito, cada Parte deberá informar de manera inmediata a la otra Parte (i) cualquier acción realizada, petición o solicitud recibida que pudiera estar vinculada con la presunta constitución de una violación o infracción a la Ley Aplicable en materia de cumplimiento legal y de combate a la corrupción, o bien, un incumplimiento a las obligaciones de anticorrupción aplicables que tengan relación con el presente Contrato; o (ii) cualquier demanda, denuncia, procedimiento o investigación relacionada con actos de corrupción o infracción en materia de cumplimiento legal en contra de dicha Parte que tenga relación con el presente Contrato.

En caso de que cualquier Parte se ubique en el supuesto de terminación por incumplimiento del Contrato en términos de la presente Cláusula, la otra Parte tendrá derecho al resarcimiento por daños y perjuicios ocasionados por el incumplimiento, sin perjuicio de las sanciones penales y administrativas que pudieran imponer las autoridades competentes.

15.9 Legislación y Jurisdicción Aplicable.

Para la interpretación, cumplimiento y ejecución del presente Contrato, las Partes se someten expresamente a la Ley Aplicable en materia federal y a los Tribunales Federales en la Ciudad de México, renunciando expresamente a cualquier otro fuero que pudiera corresponderles por razón de sus domicilios presentes o futuros o por cualquier otra circunstancia.

15.10 Ratificación ante Notario Público

Las Partes acuerdan ratificar las firmas del presente Contrato ante Notario Público, para tales efectos, el Arrendatario designará al Notario público en la Ciudad de México notificándole al Arrendador día, hora y lugar en que deberá presentarse para llevar a cabo las diligencias correspondientes. Asimismo, las Partes acuerdan que los gastos por honorarios y demás derechos e impuestos que se generen por la ratificación de firmas del presente Contrato correrán a cargo del Arrendatario.

EL PRESENTE CONTRATO SE FIRMÓ POR DUPLICADO EN LA CIUDAD DE MÉXICO, EL DÍA 26 DE NOVIEMBRE DE 2021 POR LAS PARTES QUE EN EL INTERVINIERON, MISMAS QUE MANIFIESTAN QUE SU VOLUNTAD HA SIDO LIBREMENTE EXPRESADA Y QUE SU CONSENTIMIENTO NO SE ENCUENTRA VICIADO CON DOLO, ERROR, MALA FE O CUALQUIER OTRO DEFECTO DE LA VOLUNTAD Y EN CONSTANCIA DE LO ANTERIOR, RATIFICANDO EL ALCANCE Y CONTENIDO DEL PRESENTE, ESTAMPAN SU FIRMA AL MARGEN Y AL CALCE.

“EL ARRENDADOR”	“EL ARRENDATARIO”
<hr/> ROSA LAURA MEDINA PAREDES En su carácter de Delegado Fiduciario del Fideicomiso F/3529 de BANCO MONEX, SOCIEDAD ANÓNIMA, INSTITUCIÓN DE BANCA MÚLTIPLE, MONEX GRUPO FINANCIERO	<hr/> Dr. EDMUNDO SANCHEZ AGUILAR Director Corporativo de Finanzas Comisión Federal de Electricidad
“EL FIDEICOMITENTE B”	“EL FIDEICOMITENTE C”
<hr/> AGUSTÍN SERNA GARCÍA Presidente del Consejo de Administración de Grupo Nafta, S.A. de C.V.	<hr/> AGUSTÍN SERNA GARCÍA Administrador Único de Desarrollos del Futuro, S.A. de C.V.