MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

PROYECTO FOTOVOLTAICO "SAN JOSÉ DE ARRIBA

CAPÍTULO I

DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE, DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

VERSIÓN PÚBLICA



Datos censurados, testados y/o eliminados por tratarse de informaci· n confidencial, de conformidad con lo que establece el art²culo 113, fracci· n I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Informaci· n P¼blica y su correspondiente de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Informaci· n P¼blica.

CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE, DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 4
I.1. Datos generales del proyecto y del promovente 4
I.2. Datos del responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental 4
I.3. Ubicación física del proyecto 5
I.4. Descripción de las obras y actividades del Proyecto 6
I.4.1. Naturaleza del proyecto 6
I.4.2. Objetivo 6
I.4.3. Justificación 6
I.4.4. Dimensiones del proyecto 7
I.4.5. Inversión requerida 14
I.5. Características particulares del proyecto 14
a) Módulos fotovoltaicos. 17
b) Seguidor solar 17
c) Cajas String o de combinación. 18
d) Centros de Transformación (CT) e Inversores CD/CA. 19
e) Subestación eléctrica elevadora (SE) 21
f) Cableado (Baja y Media Tensión) 22
g) Sistema de alimentación auxiliar. 23
h) Sistema de puesta a tierra. 24
i) Sistema de control 24
j) Estaciones meteorológicas. 24
k) Sistema de seguridad. 27
l) Centro de Control. 28
m) Caseta de vigilancia 28
n) Caminos internos 29
o) Vallado 30
p) Subestación elevadora y Subestación de maniobras 31

VERSIÓN PÚBLICA

a) Línea de transmisión 32
I.5.2. Programa de trabajo 35
I.5.3. Preparación del sitio y construcción 37
a) Trazo 37
b) Rescate de flora y fauna 37
c) Desmonte y despalme 37
d) Excavación 38
e) Nivelación 38
f) Obras y áreas Temporales 38
a) Obras hidráulicas 40
b) Sistema fotovoltaico (módulos solares, inversores, seguidores solares, centro de transformación y cableado) 43
c) Subestación eléctrica elevadora (SE) y Subestación eléctrica de maniobras (SM) 47
d) Estaciones meteorológicas 48
e) Centro de control 49
f) Fosa séptica 51
g) Cisterna 51
h) Caseta de vigilancia 52
i) Vialidades internas 53
j) Vallado 53
k) Línea de transmisión 54
I.5.4. Personal e insumos 56
I.5.5. Maquinaria y equipo 56
I.6. Operación y mantenimiento 57
I.7. Desmantelamiento y abandono 59
I.8. Residuos 60
a) Residuos sólidos urbanos 60
b) Aguas residuales 60
c) Residuos peligrosos 60
Emisiones a la atmosfera 60

VERSIÓN PÚBLICA

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE, DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

I.1. Datos generales del proyecto y del promovente

A continuación, se presentan los datos del proyecto.

Tabla I.1 Datos del proyecto

Datos del Proyecto	
Nombre:	Proyecto Fotovoltaico "San José de Arriba"
Promovente:	DRG SOLAR III, S.A.P.I DE C.V.
Razón social:	DRG SOLAR III, S.A.P.I DE C.V.
Ubicación:	**Localidad**: San Diego **Municipio**: Cuencamé **Estado:** Durango **Coordenada central:** 647956.67 m E; 2784961.75 m N (UTM 13 N)

I.2. Datos del responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

La siguiente tabla muestra los datos del responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental.

Tabla I.2 Datos del responsable del estudio de impacto ambiental.

Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental	
Nombre o razón social:	[redacted]
Nombre del responsable técnico de elaboración del estudio de impacto ambiental:	[redacted]
Correo(s) electrónico(s)	[redacted]

Declaro bajo protesta de decir verdad que los resultados de la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto 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 mayor información disponible, y que las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales (Artículo 36 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental).

Nombre y firma electrónica digital del responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental.

[redacted]

CONSULTA PÚBLICA

I.3. Ubicación física del proyecto

El proyecto se localizará en la comunidad de San Diego, en el municipio de Cuencamé, en el estado de Durango, ubicado al Norte de México, tal como se muestra el siguiente plano. En el **Anexo I** se presentan las coordenadas UTM Zona 13 N, así como los archivos *shapefile* y KML, para mejor proveer a la autoridad.

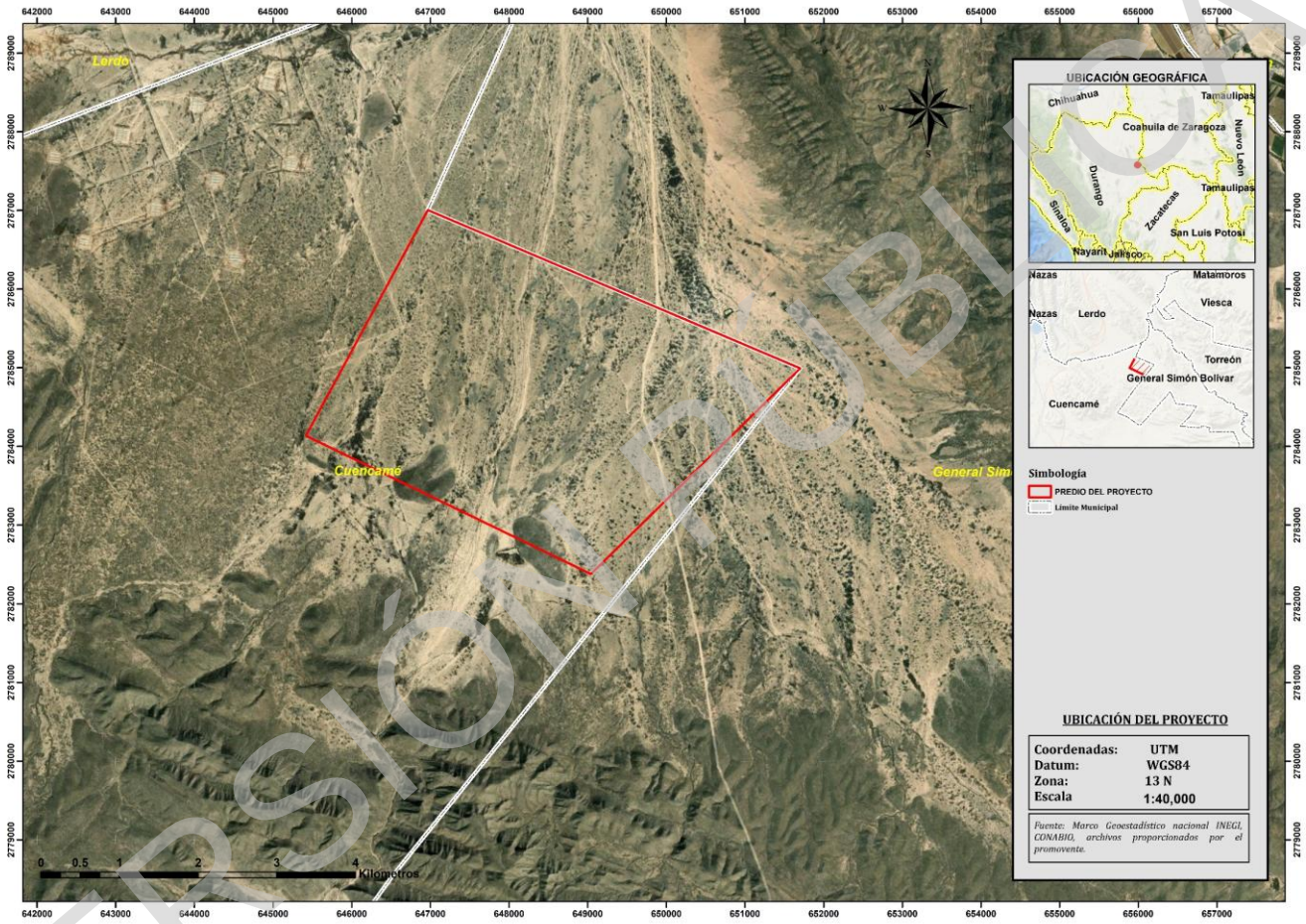


Figura I.1 Ubicación del proyecto.

Tabla I.3 Coordenadas del proyecto.

VÉRTICE	X	Y
1	646968.107	2787006.860
2	651702.815	2784994.990
3	649040.823	2782378.980
4	645415.765	2784136.358
1	646968.107	2787006.860

VERSIÓN PÚBLICA

I.4. Descripción de las obras y actividades del Proyecto

El proyecto que lleva por nombre **Proyecto Fotovoltaico "San José de Arriba"**, en lo sucesivo el proyecto, promovido por la empresa **DRG SOLAR III, S.A.P.I DE C.V**, en lo sucesivo Promovente, consiste en la construcción, operación y mantenimiento de una planta fotovoltaica para la generación y transmisión de **680.45 MWn** de energía eléctrica, a través de la captación de la radiación solar por medio de paneles fotovoltaicos.

I.4.1. Naturaleza del proyecto

Considerando lo antes descrito, el proyecto consiste en la construcción de una planta fotovoltaica, la cual corresponde a un tipo de central eléctrica cuyo principio de operación se basa en la transformación de la energía solar en energía eléctrica aprovechable. Dicha transformación se realiza mediante la captación de la radiación solar a través de células fotovoltaicas de silicio (paneles solares).

En este sentido, se determina que el proyecto se encuentra comprendido dentro de lo establecido en el inciso k) del artículo Quinto del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, específicamente en los numerales II y III, que señalan lo siguiente:

II. Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución;

III. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica.

Asimismo, de conformidad con la clasificación de actividades económicas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el proyecto se clasifica dentro de las actividades secundarias, al estar relacionado con la generación y transmisión de energía eléctrica.

I.4.2. Objetivo

Construir y operar una planta fotovoltaica para la generación de 680.45 MWn de energía eléctrica por día, a través de la captación de la radiación solar por medio de paneles solares.

I.4.3. Justificación

La transición de los combustibles fósiles hacia energías renovables resulta fundamental para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y contribuir a la mitigación del cambio climático. En este contexto, el proyecto considera la instalación de una planta fotovoltaica con capacidad de generación de 680.45 MWn, cuya energía será suministrada a la red eléctrica de CFE para su distribución.

Cabe indicar que México cuenta con condiciones favorables para el aprovechamiento de la energía solar debido a sus altos niveles de irradiación, lo que permite impulsar proyectos alineados con la Ley General de Cambio Climático y con las estrategias del Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) 2022-

VERSIÓN PÚBLICA

2036, orientadas al incremento de energías limpias y la reducción de emisiones derivadas de la generación convencional de electricidad.

Para la selección del sitio se analizaron variables como la radiación solar, el riesgo de inundación y la cercanía al punto de interconexión, determinándose un área óptima para el aprovechamiento eficiente del recurso solar. Asimismo, el proyecto incorpora paneles fotovoltaicos de mayor eficiencia, capaces de captar irradiación tanto en la parte superior como inferior.

I.4.4. Dimensiones del proyecto

Respecto a las superficies, el predio destinado al desarrollo del proyecto contará con una **superficie total de 1,543.77 ha**; no obstante, al interior de éste se encuentran inmersas las superficies correspondientes al derecho de vía (DDV) de una línea de transmisión propiedad de CFE (29.76 ha) y al DDV de un Gasoducto (7.56 ha). En consecuencia, la **superficie efectivamente** disponible para el desarrollo de las obras es de **1,506.45 ha**. Sobre esta superficie se llevará a cabo el desplante de las obras del proyecto, las cuales ocuparán un total de 1,110.58 ha, tal como se detalla en las siguientes tablas.

Tabla I.4 Superficies del proyecto.

CONCEPTO	ZONA	SUPERFICIE MODIFICACIÓN (HA)
Superficies de desarrollo del proyecto	Polígono del predio del proyecto	**1,543.77**

Tabla I.5 Superficies generales del proyecto.

Concepto	Superficie (ha)
Superficie total para el desarrollo del proyecto	1,506.45
Superficie de desplante de construcciones, obras y/o instalaciones.	1,110.58
Superficie a intervenir sin construcciones	395.87
Superficie total con vegetación*	1,513.40
Superficie desprovista de vegetación*	30.37
Superficie de vegetación forestal (por remover) **	1,485.99
Notas: ** Incluye las superficies de los DDV's existentes, para evidenciar los usos de suelo y vegetación existentes al interior del predio.* ***La superficie con vegetación forestal al interior del predio corresponde a 1,513.40 ha; no obstante, 27.41 ha se localizan dentro del derecho de vía (DDV) de la línea de transmisión existente, cuya operación y mantenimiento son responsabilidad de un tercero (CFE). En este sentido, como parte de las obras y actividades propias del proyecto, únicamente se contempla la remoción de vegetación forestal en una superficie de **1,485.99 ha**.*	

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla I.6 Distribución de obras al interior del predio del proyecto.

CONCEPTO		SUPERFICIE (HA)
PREDIO DEL PROYECTO	**Obras del proyecto**	
	Área Planta Fotovoltaica	1,057.89
	Subestación de Maniobras	3.16
	DDV LT del proyecto	49.53
	Movimiento y maniobras	395.58
	Subtotal	**1,506.45**
	Obras existentes	
	DDV LT Existente CFE*	29.76
	DDV Gasoducto existente*	7.56
	Área asociada a escurrimientos pluviales**	0.29***
	Subtotal	**37.32**
TOTAL		**1,543.77**

* Zonas que no serán afectadas por las obras del proyecto, por lo que **la afectación real será de 1,506.45 ha.**
** Si bien los escurrimientos no constituyen obras, se consideran como elementos naturales del entorno, mismos que serán respetados, a fin de proporcionar una representación integral de las condiciones existentes al interior del predio.
*** La superficie real de la huella de los escurrimientos pluviales es de 6.29 ha; sin embargo, 6.00 ha quedan inmersas en el área de la planta fotovoltaica, por lo que, para no sobrestimar superficies solo se consideran 0.29 ha en esta tabla.

La siguiente imagen ilustra la tabla anterior, misma que se presenta en el **Anexo I** para mejor referencia.

VERSIÓN PÚBLICA

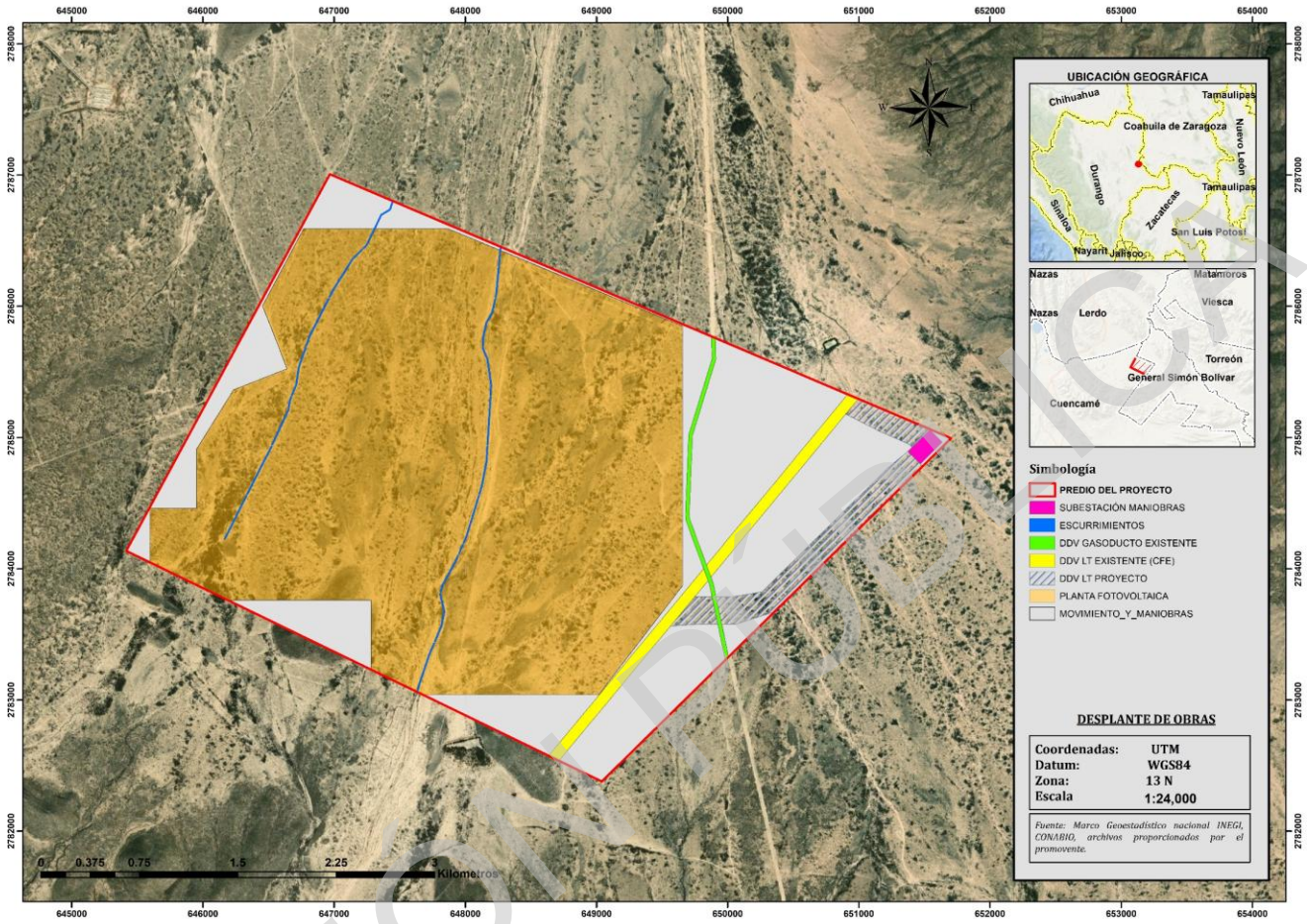


Figura I.2 Desplante del proyecto general.

La siguiente tabla muestra la distribución de las obras al interior del área denominada Planta Fotovoltaica; de manera conjunta con el DDV de la LT del proyecto, el área de movimiento y maniobras, y la subestación de maniobras, se conforma una superficie total de ocupación de **1,506.45 ha**.

Tabla I.7 Superficies por obra en el polígono de la planta fotovoltaica.

CONCEPTO		SUPERFICIE (HA)
Planta Fotovoltaica	Caminos internos	15.09
	Zona de paneles	909.00
	Centros de transformación y estaciones meteorológicas	0.9
	Zona de baterías	12.5
	Obras temporales	6.94
	Vados (obras hidráulicas)	0.11
	Zona de maniobras	106.22

VERSIÓN PÚBLICA

CONCEPTO		SUPERFICIE (HA)
	Tanque diésel	0.0001
	Garita	0.004
	Área de materiales	0.04
	Estructura de subestación	0.651
	Cuarto de control	0.009
	Cisterna	0.002
	Zona de residuos	0.003
	Fosa séptica	0.0002
	Área administrativa	0.044
	Vialidades y estacionamiento	0.372
	Área asociada a escurrimientos pluviales*	6.00
	TOTAL	**1,057.89**
* Si bien los escurrimientos no constituyen obras, se consideran como elementos naturales del entorno, mismos que serán respetados, a fin de proporcionar una representación integral de las condiciones existentes al interior del predio.		

La siguiente imagen ilustra la tabla anterior, misma que se presenta en el **Anexo I** para mejor referencia.

VERSIÓN PÚBLICA

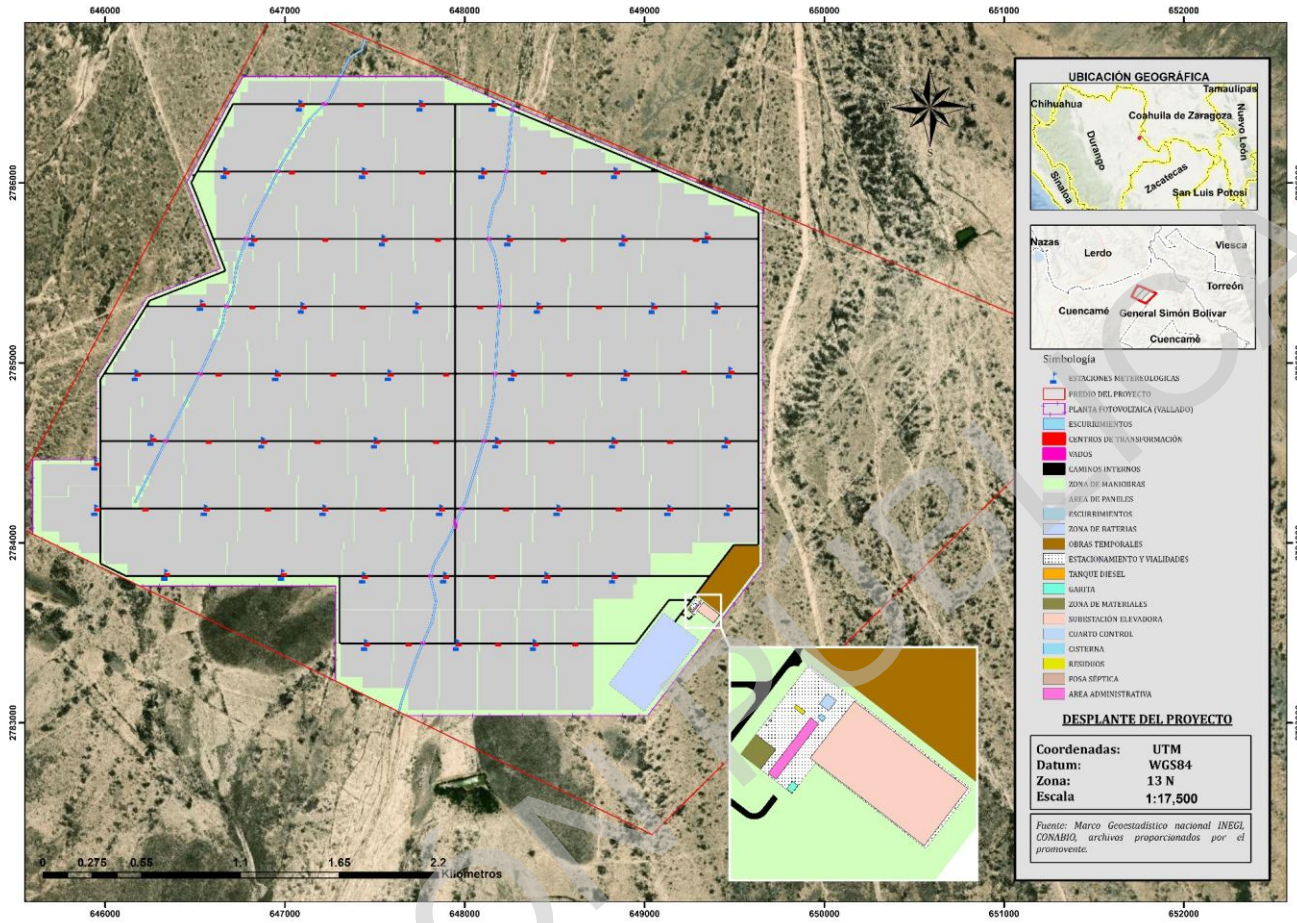


Figura I.3 Desplante del proyecto (área planta fotovoltaica).

En el **Anexo** I se presentan los planos previamente mostrados, así como los archivos en formato KML y SHP, además de las coordenadas en formato .csv correspondientes a cada una de las obras del proyecto, para una mejor referencia.

Por otra parte, la siguiente tabla muestra los Usos de Suelo y Vegetación (USV) determinados por los trabajos de campo.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla I.8 Usos de suelo y vegetación por obra.

OBRA/COMPONENTE	SUPERFICIE (Ha)	AFECTACIÓN	USO DE SUELO Y/O VEGETACIÓN				TOTAL	FORESTAL	NO FORESTAL
			Desprovisto de vegetación	Matorral desértico Micrófilo	Matorral desértico rosetófilo	V.S Mezquital xerófilo			
Caminos internos	**15.09**	PERMANENTE	0.22	14.42	0.13	0.33	**15.1**	14.88	0.22
Zona de paneles	**909**	PERMANENTE	7.93	874.49	5.39	21.19	**909**	901.07	7.93
Centros de transformación y estaciones meteorológicas	**0.9**	PERMANENTE	0.01	0.85	0.01	0.02	**0.89**	0.88	0.01
Zona de baterías	**12.5**	PERMANENTE		12.5			**12.5**	12.5	0
Obras temporales	**6.94**	TEMPORAL		6.94			**6.94**	6.94	0
Vados (obras hidráulicas)	**0.11**	PERMANENTE	0.07	0.04			**0.11**	0.04	0.07
Zona de maniobras	**106.22**	PERMANENTE	1.45	99.42	2.87	2.48	**106.22**	104.77	1.45
Tanque diésel	**0.0001**	PERMANENTE		0.0001			**0.0001**	0.0001	0
Garita	**0.004**	PERMANENTE		0.004			**0.004**	0.004	0
Área de materiales	**0.04**	PERMANENTE		0.04			**0.04**	0.04	0
Subestación elevadora	**0.651**	PERMANENTE		0.651			**0.651**	0.651	0
Cuarto de control	**0.009**	PERMANENTE		0.009			**0.009**	0.009	0
Cisterna	**0.002**	PERMANENTE		0.002			**0.002**	0.002	0
Zona de residuos	**0.003**	PERMANENTE		0.003			**0.003**	0.003	0
Fosa séptica	**0.0002**	PERMANENTE		0.0002			**0.0002**	0.0002	0
Área administrativa	**0.044**	PERMANENTE		0.044			**0.044**	0.044	0
Vialidades y estacionamiento	**0.372**	PERMANENTE		0.372			**0.372**	0.372	0
Subestación de Maniobras	**3.16**	PERMANENTE		3.16			**3.16**	3.16	0
DDV LT del proyecto	**49.53**	PERMANENTE	0.35	49.18			**49.53**	49.18	0.35

VERSIÓN PÚBLICA

OBRA/COMPONENTE	SUPERFICIE (Ha)	AFECTACIÓN	USO DE SUELO Y/O VEGETACIÓN				TOTAL	FORESTAL	NO FORESTAL
			Desprovisto de vegetación	Matorral desértico Micrófilo	Matorral desértico rosetófilo	V.S Mezquital xerófilo			
DDV LT Existente CFE	**29.76**	PERMANENTE	2.35	27.09	0.32		**29.76**	27.41	2.35
DDV Gasoducto existente	**7.56**	PERMANENTE	7.56				**7.56**	0	7.56
Área asociada a escurrimientos pluviales*	**6.29**	NO AFECTACIÓN	6.29				**6.29**	0	6.29
Movimiento y maniobras	**395.58**	PERMANENTE	4.14	357.24	34.2		**395.58**	391.44	4.14
TOTAL	**1,551.74**		30.37	1,446.46	42.92	24.02	**1,543.77**	1,513.40	30.37

VERSIÓN PÚBLICA

I.4.5. Inversión requerida

Para llevar a cabo el desarrollo del proyecto se estima una inversión de [redacted] monto que ya tiene considerado un porcentaje para implementar las medidas que atenderán los impactos ambientales del proyecto.

I.5. Características particulares del proyecto

Como se ha mencionado, el proyecto consiste en la construcción, operación y mantenimiento de una planta fotovoltaica destinada a la generación de energía eléctrica, con una capacidad de potencia nominal de 680.45 MWn y una capacidad instalada en corriente continua de 804.08 MWp.

Para la evacuación de la energía generada, el proyecto se interconectará con una línea eléctrica de 400 kV propiedad de CFE, localizada en las inmediaciones del predio del proyecto. Con este propósito, se construirá una línea de transmisión integrada por dos secciones, con una longitud total de 3.15 km.

Los principales parámetros técnicos del proyecto se muestran en la siguiente tabla.

Tabla I.9 Parámetros y componentes técnicos del proyecto.

Parámetros	
PROYECTO	**MODIFICACIÓN**
Potencia nominal en el punto de interconexión [kWn]	589,688 kWn
Potencia pico @ STC	804,078 kWp
Potencia en inversores a 40 °C @ PF=1	680,450.0 kWCA
Equipos principales	
Modelo de módulo fotovoltaico	TRINA-660W TSM-DEG21C.20 (BIFACIALES)
Potencia del módulo fotovoltaico @STC	660 Wp
Eficiencia del módulo	21.20%
Modelo del inversor CD/CA	Power Electronics
	HEMK FS4390-690V
Potencia del inversor a 40 °C @ PF=1, Altura 2,000 m.s.n.m.	4,390 kWCA
Modelo de centros de transformación	MV Skid Compact 4,390 kVA
	Twin Skid Compact 8,780 kVA
Configuración eléctrica	
Relación CD/CA en POI a 40 °C	1.36
Relación CD/CA Inversores a 40 °C	1.19
Cantidad de inversores [uds.]	155
Cantidad de módulos fotovoltaicos [uds.]	1,218,300
Cantidad de centros de transformación [uds.]	78

VERSIÓN PÚBLICA

Parámetros	
PROYECTO	**MODIFICACIÓN**
Cantidad de Inversores por centro de transformación tipo 1 (Twin) [uds.]	154
Cantidad de Inversores por centro de transformación tipo 2 (Skid) [uds.]	1
Número de strings [uds.]	40,610
Módulos por string [uds.]	30
Configuración geométrica	
Pitch [m]	11
Espacio entre seguidores solares [m]	6.082
Cantidad de seguidores solares 2Vx45 [uds.]	13,561
Cantidad de seguidores solares 2Vx30 [uds.]	273
Configuración de seguidor solar	2V x 45 módulos
	2V x 30 módulos
Angulo de seguimiento [°]	±60

kWn: kilo Watio nominal
CA: Corriente Alterna
STC: Condiciones estándares de medida
CD: Corriente Continua
POI: Punto de Interconexión
Uds.: unidades

Tabla I.10 Características técnicas Línea de Transmisión.

Sección 1				Potencia	Tipo de torre
Circuito	Longitud total (km)	Longitud subterránea (km)	Longitud aérea (km)		
1	**2.5**	0.4	2.1		1 tipo 4W2 8 tipo EA4W22MA 9 tipo 4CY1R
2		0.4	2.1		
3		0.4	2.1		
Sección 2					
Circuito	Longitud total (km)	Longitud subterránea (km)	Longitud aérea (km)	400 kv	
1	**0.65**	-	0.65		6 tipo EA4W22MA
2		-	0.65		
3		-	0.65		
4		-	0.65		

Por otra parte, y a manera de resumen, el proyecto considera para su desarrollo las siguientes obras y actividades.

Tabla I.11 Obras del proyecto.

Obras
Obras hidráulicas (vados)
Instalación de Sistema fotovoltaico (módulos solares, inversores, seguidores solares, cableado, sistemas auxiliares)
Construcción de subestación eléctrica elevadora

VERSIÓN PÚBLICA

Obras
Construcción de subestación eléctrica de maniobras
Construcción Línea de Transmisión
Instalación de estaciones meteorológicas
Construcción del Centro de Control
Construcción de caseta de vigilancia
Construcción de vialidades internas
Construcción de fosa séptica
Construcción de cisterna
Construcción de vallado

Tabla I.12 Actividades del proyecto.

Etapa	Actividades
Preparación del sitio	Trazo
	Rescate de flora y fauna
	Desmonte y despalme
	Instalación de obras provisionales
	Nivelación y excavación
Construcción	Obra Civil: (cimentaciones, muros y cubiertas, elementos estructurales, acabados, caminos internos, vados)
	Instalaciones: Sistema fotovoltaico (módulos solares, inversores, seguidores solares, cableado, sistemas auxiliares)
	Línea de transmisión
Operación	Puesta en marcha de los componentes del proyecto.
Mantenimiento	Como parte de las actividades de mantenimiento durante la etapa operativa del proyecto, se consideran las siguientes: **a) Paneles Fotovoltaicos** • Limpieza de los módulos fotovoltaicos para retirar el polvo acumulado, se realizará una o dos veces al año, de acuerdo a las necesidades que se presenten. • Inspección visual de las instalaciones con el objetivo de detectar deficiencias que subsanar. • Verificación de los elementos de sujeción y conexión. • Comprobación del estado de la red de tierras, para proteger a los sistemas en caso de sobretensiones. • Revisión de las conexiones, los cables, el perfecto estado de las cajas de los cuadros (equipos eléctricos), su estanqueidad y revisión de los equipos de mando y protección. • Revisión de los inversores respecto a su sistema de ventilación. **b) Estructuras metálicas** • Verificación mecánica de seguidores. • Revisión de daños en la estructura, como los causados por oxidación y su deterioro por agentes ambientales. **c) Línea de Transmisión eléctrica.** • Limpieza de brecha. • Reapriete de herrajes. • Corrección al sistema de tierras. **d) Obra civil (caminos, cercado perimetral,** cimentaciones, canales, etc.). • Comprobar que los caminos internos del proyecto estén en perfecto estado para facilitar la circulación de los vehículos. • Revisar el cercado perimetral, los taludes y la cimentación de las estructuras metálicas. • Limpieza de cunetas de los caminos y de los canales perimetrales de encauzamiento.

VERSIÓN PÚBLICA

Como parte de los elementos que considera el proyecto, para su correcta operación, se instalarán/construirán los siguientes:

a) Módulos fotovoltaicos.

Los módulos fotovoltaicos, o también llamado paneles solares, son los dispositivos que captan la energía solar para iniciar el proceso de transformación en energía eléctrica. Para el proyecto, se ha definido colocar 1,236,870 módulos fotovoltaicos con las siguientes características.

Tabla I.13 Características técnicas de los módulos fotovoltaicos.

Módulo fotovoltaico		
Fabricante	TRINA SOLAR	
Modelo	TSM-660DEG21C.20	
Potencia del módulo @ STC	660	W_P
Tensión punto de máxima Pot. (V_{mp})	38.1	V
Corriente punto de máxima Pot. (I_{mp})	17.35	A
Tensión de circuito abierto (V_{oc})	49.90	V
Corriente en cortocircuito (I_{sc})	18.45	A
Coef Tª V_{oc}	-0.25%	%/ºC
Coef Tª I_{sc}	0.04%	%/ºC
Máxima tensión del sistema	1,500	V_{CD}
Tecnología	Bifacial Mono	
Tipo de celda	*Half cell*	
Número de celdas	132	uds.
Disposición de celdas	22 x 6	
Tolerancia de potencia	0~+5	W
Eficiencia del módulo	21.2	%
Tensión máxima del sistema	1,500	V_{dc}
TONC[1]	43±2	°C
Dimensiones Aproximadas		
Largo	2,384	mm
Alto	1,303	mm
Ancho	35	mm
Peso	38.7	kg
Material del marco	Aluminio anodizado	
Sección de cableado	4	mm^2
Resistencia mecánica (carga positiva o negativa)		
Parte delantera	5,400	Pa
Parte trasera	2,400	Pa

b) Seguidor solar

Las principales funciones del seguidor solar serán el soporte mecánico de los módulos fotovoltaicos y de los cables de string, así como el seguimiento de la posición del sol de Este a Oeste durante el día. Para el proyecto se instalarán 13,834 seguidores, considerando dos tipos: tipo 2V con 45 módulos, y tipo 2V con 30 módulos. La siguiente tabla muestra las características de los seguidores.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla I.14 Características técnicas seguidor solar.

Tipología de los seguidores solares		
Seguidor solar		
Sistema de seguidor solar	Horizontal de un solo eje	
Número de alturas de módulos	2	uds
Configuración de seguidor solar	2V x 45 módulos 2V x 30 módulos	
Número de módulos seguidor solar 2V x 45	90	uds
Número de módulos seguidor solar 2V x 30	60	uds
Montaje del módulo	Vertical	
Rango de seguimiento	±60	°
Máximo error de seguimiento	±1.0	°
Distancia desde el suelo al punto más bajo	2 ~ 2.5	m
Distancia entre filas (*pitch*)	12	m

La siguiente imagen muestra un esquema de un seguidor solar.

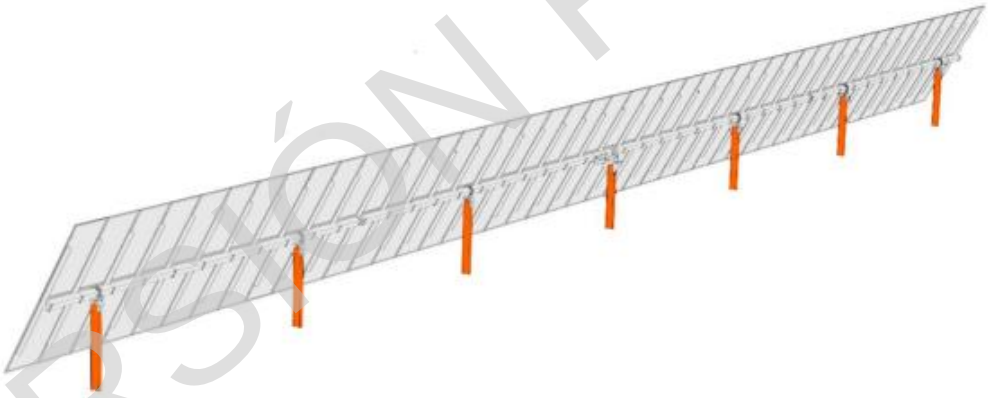


Figura I.4 Esquema de seguidor solar.

VERSIÓN PÚBLICA

c) Cajas String o de combinación.

Las cajas string son los elementos que tienen tres funciones muy importantes: primero, tienen la función de unir las cadenas (string) de cable que conectan los paneles solares en serie; segundo, conectar las cadenas con los Centros de Transformación (CT) y, tercero, proteger las cadenas contra sobretensiones antes de llegar la energía a los CT. Estas cajas estarán provistas de descargador de sobretensiones tipo II+I y de un seccionador manual de corte en carga, además, estarán preparadas para trabajar a la intemperie en condiciones severas de temperatura, radiación solar y humedad.

d) Centros de Transformación (CT) e Inversores CD/CA.

Los paneles solares y las cajas de combinación se agruparán en bloques que permitan la interconexión de los elementos en baja tensión, y posteriormente en la red de media tensión. Cada uno de estos bloques estará formado por un campo solar asociado y un centro de transformación (CT).

Los centros de transformación son equipos que se encargan de convertir la energía de baja tensión a media tensión para distribuir la electricidad a la red. En este caso, el proyecto considera instalar 78 CT, constituidos por una tipología de equipos con envolvente diseñada para su uso en exterior, serán tipo "skid-mounted", en formato de cimentación con ensamble de transformador, inversores y celdas, como se muestra en la siguiente figura



Figura 4.2 Ejemplo de centro de transformación con dos (2) inversores centrales.



Figura 4.3 Ejemplo de centro de transformación con un (1) inversor central.

Figura I.5 Ejemplo de centros de transformación.

En cada centro de transformación se instalará un transformador elevador que se encargará de convertir la potencia generada en cada bloque fotovoltaico (baja tensión), en un nivel de tensión acorde para la interconexión de toda la potencia del proyecto. Los transformadores tendrán las siguientes características técnicas.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla I.15 Características técnicas transformadores.

Transformador Twin Skid Compact 8,780 kVA		
Tipo de servicio	Continuo	
Tipo de transformador	Trifásico de columnas en baño de aceite	
Tipo de instalación	Intemperie	
Certificación	UL	
Refrigeración	ONAN	
Potencia nominal @ 25 °C	8,780	kVA
Número de fases	3	
Frecuencia	60	Hz
Tensiones en vacío		
Primario	34.5 kV ± 2x2.5%	
Secundario	0.69	kV
Conexión	Delta - Estrella	
Grupo de conexión	Dy11	
Cambiador de tomas		
Tipo	Manual sin carga	
Margen de regulación	± 5%	
Número de posiciones totales	±2 x 2.5% (5 escalones)	

Transformador MV Skid Compact 4,390 kVA		
Tipo de transformador	Trifásico de columnas en baño de aceite	
Tipo de instalación	Intemperie	
Certificación	UL	
Refrigeración	ONAN	
Potencia nominal @ 25 °C	4,390	kVA
Número de fases	3	
Frecuencia	60	Hz
Tensiones en vacío		
Primario	34.5 kV ± 2x2.5%	
Secundario	0.69	kV
Conexión	Delta - Estrella	
Grupo de conexión	Dy11	
Cambiador de tomas		
Tipo	Manual sin carga	
Margen de regulación	± 5%	
Número de posiciones totales	±2 x 2.5% (5 escalones)	

Por otra parte, cada CT estará equipado con inversores, los cuales son equipos que se encargarán de transformar la energía de corriente continua o directa (CD) a corriente alterna (CA), para que la energía eléctrica pueda ser aprovechada. Para el proyecto se instalarán 155 inversores con las siguientes características.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla I.16 Características técnicas inversores.

Inversor CD/CA		
Fabricante	Power Electronics	
Modelo	FS4390K-HEMK 690V	
Potencia nominal @ 40 °C @ PF=1	4,390.0	kW_{ca}
Potencia nominal @ Tdiseño °C @ PF=1	4,390.0	kW_{ca}
Máxima corriente de entrada permitida [I_{mp}]	4,590	A
Máximo voltaje de entrada permitido	1,500	V
MPPT V_{min}	976	V
MPPT V_{max}	1,500	V

Los CT también contarán con celdas de media tensión para la maniobra y operación de los diferentes circuitos de generación. Las celdas tendrán la siguiente configuración o tipología básica:

- Dos celdas de línea con interruptor de corte en carga.
- Una celda protección interruptor automático para la protección del transformador.

Las características principales de estas celdas son las siguientes:

Tabla I.17 Características generales de la celda de media tensión.

Celda de media tensión		
Tipo de celda	Blindada SF_6	
Servicio	Continuo interior	
Rated short-duration power-frequency withstand voltage	95	kV
Tensión nominal	38	kV
Rated lightning impulse withstand voltage	200	kV
Frecuencia industrial	60	Hz
Intensidad asignada de servicio continuo		
Derivación celda de línea	630	A
Barras	630	A
Intensidad de corto circuito asignada	20	kA (1 s)

e) Subestación eléctrica elevadora (SE)

Con el fin de entregar a la red la energía generada por el proyecto, se dispondrá de una subestación eléctrica, en la cual se alojarán tres transformadores con las siguientes características:

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla I.18 Características técnicas del transformador elevador (subestación eléctrica).

Transformador elevador		
Tipo de servicio	Continuo	
Tipo de transformador	Trifásico de columnas en baño de aceite	
Tipo de instalación	Interior	
Refrigeración	ONAF	
Potencia nominal	275,000	kVA
Número de fases	3	
Frecuencia	60	Hz
Tensiones en vacío		
Primario	400	kV
Secundario	34.5	kV
Conexión	Estrella - Delta	
Grupo de conexión	Ynd11	
Estándar de referencia	IEC 60076; IEC 60050-421	

f) Cableado (Baja y Media Tensión)

El proyecto considera la instalación de cableado para un sistema de baja tensión (BT), y un sistema de media tensión (MT), los cuales se encargarán de conectar los diferentes elementos del parque solar para conducir la energía eléctrica hasta la subestación del proyecto.

Para el dimensionamiento de los conductores, o cableado, se tendrán en cuenta al menos los siguientes criterios, además de lo establecido en las normas de aplicación IEC 60840, IEC 62930, IEC 60364 y IEC 60502.

- Criterio de intensidad máxima admisible.
- Criterio de caída de tensión.

La siguiente tabla muestra las condiciones que se han considerado para el cálculo básico de cableado del proyecto.

Tabla I.19 Criterios de diseño para cálculo básico de cableado.

Condiciones para el diseño del cableado		
Temperatura ambiente	37	°C
Temperatura del terreno	30	°C
Resistividad del terreno	2.5	[K·m/W]

VERSIÓN PÚBLICA

A continuación, se describen los sistemas de baja y media tensión.

- **Sistema baja tensión (BT).**

El sistema de BT consistirá principalmente del cableado principal del proyecto, que une cada centro de transformación. Este sistema estará dividido de acuerdo a los siguientes:

  - Cableado de módulos: será la interconexión entre los módulos de un mismo string, y se realizará mediante el cableado y conectores que incorporan de fábrica los propios módulos.
  - Cableado de string: será el encargado de conectar los strings de cada estructura con las cajas de combinación. Este cableado circulará por bandeja a la intemperie anclada a la propia estructura solar; en caso de realizar cruzamientos a estructuras cercanas, este cruzamiento se realizará de forma enterrada por tubo.
  - Cableado Corriente Directa (CD) de las cajas de combinación al CT: será el encargado de conectar las cajas de combinación con los centros de transformación. Este cableado discurrirá directamente enterrado.

El cableado para este tipo de sistema se dividirá en 2 niveles y se instalará de acuerdo a lo siguiente:

  - Nivel 1: se instalará parcialmente a lo largo de la estructura portante (seguidores) de los paneles, y parcialmente enterrado dentro de tubo, desde cada string hasta la entrada de cada caja de combinación.
  - Nivel 2: se instalará directamente enterrado bajo zanja desde las cajas de combinación hasta los inversores ubicados en los centros de transformación (CT).

- **Sistema media tensión (MT).**

El circuito de MT conectará los centros de transformación (CT) de los diferentes bloques entre sí, hacia el centro de seccionamiento, en un nivel de tensión de 34.5 kV. La instalación del cableado será a través de ductos enterrados y unirán los diferentes CT del parque solar con la subestación eléctrica.

g) Sistema de alimentación auxiliar.

Se instalará un sistema de servicios auxiliares centralizado o distribuido en el proyecto, para garantizar el autoconsumo. Se entiende por autoconsumo aquellas cargas que no son asociadas a los centros de transformación, pero que son esenciales para el funcionamiento y la seguridad del proyecto durante su vida útil; por ejemplo: Circuito Cerrado de TV (CCTV), comunicaciones, cargas eléctricas en edificio de control y garita de vigilancia, sistema SCADA, protecciones, entre otros. Este suministro auxiliar será de corriente alterna a 208/120 Vac y tendrá un sistema de respaldo, capaz de atender el suministro de energía durante condiciones de falla en todos los elementos conectados y con un tiempo de autonomía mínimo de 6 horas.

VERSIÓN PÚBLICA

h) Sistema de puesta a tierra.

Todos los elementos del proyecto (centros de transformación, inversores, estructura solar, etc.) se conectarán a una misma red de tierras que garantice la equipotencialidad entre éstos. La estructura solar (seguidores y paneles), será puesta a tierra usando distintos puntos para facilitar la disipación de las derivaciones y la equipotencialidad entre partes.

El material del conductor del sistema de puesta a tierra será de cobre desnudo y picas con una longitud de 2 metros recubierta de cobre tipo EN (300 micras). Las picas son barras de acero cobreado que serán incrustadas sobre el terreno, la siguiente tabla muestra el número de picas a utilizar.

Tabla I.20 Número de picas para puesta a tierras.

Características de la red de tierra	
Elementos	**Picas**
Entre estructuras de montaje de módulos FV	No aplica
Estructuras solares a red de tierra general	No aplica
Cajas de combinación	1 por SCB
Vallado	1 por báculo de cámara de CCTV
Centros de transformación	4 por Centro de transformación (CT)

i) Sistema de control

El sistema de control del proyecto será el encargado de monitorizar todas las variables de funcionamiento, así como realizar las comprobaciones y cálculos necesarios en tiempo real que permita el correcto control de la instalación. El sistema está compuesto por una aplicación SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) que reside en un servidor local instalado en el centro de control del proyecto, y por una serie de cuadros de monitorización, los cuales se encargarán de recoger las señales proporcionadas por los equipos de campo. Los elementos que componen el hardware del sistema de control deberán contar con un sistema de alimentación de respaldo UPS (Uninterruptible Power Supply) a fin de que la monitorización de parámetros, y la comunicación entre los elementos, no sean interrumpidas aun cuando los equipos pierdan la alimentación de energía desde el sistema de servicios auxiliares. La UPS podrá accionarse de forma automática y manual local o remotamente.

Para el sistema de control se construirá una red de comunicaciones que estará dividida por una Red principal de fibra óptica, y una Red de comunicaciones de CT e inversores.

j) Estaciones meteorológicas.

Las estaciones meteorológicas serán las encargadas de medir las diferentes variables climáticas en la zona del proyecto. Para la instalación de estas estaciones se considera la instalación de una estación completa por cada 10 ~ 20 MWn, por lo que, para el proyecto se instalarán 47 estaciones meteorológicas completas dispersas en el área.

VERSIÓN PÚBLICA

Cada estación tendrá sensores que medirán las siguientes variables:

- Irradiancia en el plano horizontal.
- Irradiancia en plano inclinado.
- Albedo.
- Temperatura del módulo.
- Temperatura ambiente.
- Humedad relativa.
- Velocidad y dirección del viento.
- Precipitación.
- Presión atmosférica.
- Medidor de soiling.

La siguiente imagen muestra un ejemplo del tipo de estación meteorológica a instalar.

VERSIÓN PÚBLICA

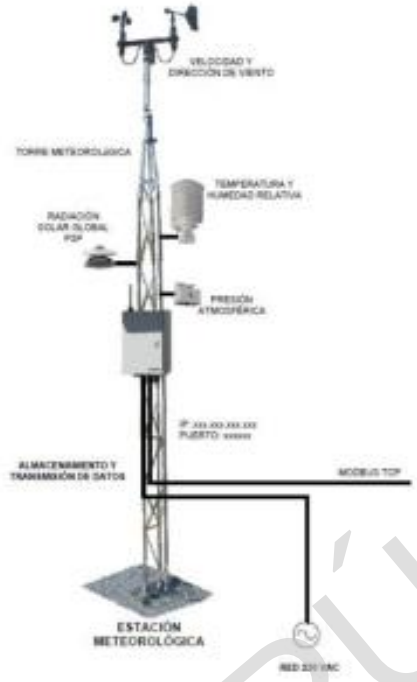


Figura I.6 Ejemplo de estación meteorológica tipo.

La siguiente tabla muestra las coordenadas de ubicación de cada estación. Es importante mencionar, que estas estaciones serán instaladas a un costado de los centros de transformación, por lo tanto, no requieren de superficie adicional.

Tabla I.21 Coordenadas de ubicación de las estaciones meteorológicas.

NUMERO ESTACIÓN	X	Y	NUMERO ESTACIÓN	X	Y
1	647081.033	2786430.386	14	647092.033	2785306.584
2	647752.033	2786430.386	15	647730.033	2785306.846
3	648153.840	2786430.454	16	648404.951	2785306.484
4	646662.440	2786055.752	17	649042.951	2785306.107
5	647433.033	2786055.752	18	649394.951	2785306.107
6	648096.951	2786055.752	19	646168.033	2784931.850
7	648833.951	2786055.752	20	646949.033	2784931.850
8	649339.951	2785696.118	21	647576.033	2784932.212
9	648877.951	2785681.118	22	648261.951	2784931.850
10	648239.951	2785681.118	23	648888.951	2784931.850
11	647543.033	2785681.118	24	649471.951	2784946.950
12	646817.033	2785681.118	25	649449.951	2784557.216
13	646531.033	2785321.404	26	648822.951	2784557.216

VERSIÓN PÚBLICA

NUMERO ESTACIÓN	X	Y
27	648173.951	2784557.216
28	647499.033	2784557.216
29	646872.033	2784557.216
30	646256.033	2784572.216
31	645944.115	2784435.316
32	645944.115	2784182.582
33	646553.033	2784182.582
34	647213.033	2784182.582
35	647862.033	2784182.582
36	648514.951	2784182.628
37	649130.951	2784182.205

NUMERO ESTACIÓN	X	Y
38	649460.951	2784182.590
39	648822.951	2783807.926
40	648448.951	2783807.927
41	647884.033	2783808.310
42	647433.033	2783807.571
43	646982.033	2783822.948
44	646333.033	2783822.948
45	647444.033	2783433.314
46	647953.951	2783433.406
47	648382.951	2783433.314

k) Sistema de seguridad.

Para el proyecto, se considera la instalación de equipos de seguridad necesarios para la vigilancia de las instalaciones, así como la colocación de señalizaciones de advertencia y demarcaciones, ante los riesgos inminentes por la manipulación o proximidad a las partes vivas sin los equipos de protección personal (EPP) o precauciones adecuadas.

El sistema de seguridad de vigilancia tendrá al menos los siguientes componentes:

- Cámaras de videovigilancia fijas tipo bullet con un grado de protección IP68, y a modo de garantizar la captura de una buena imagen. La resolución mínima a considerar para cámara panorámica es de 3 MP.
- Cámaras de videovigilancia tipo PTZ, con un grado de protección IP68 y con una resolución de al menos 2 MP. Esta excepción se debe a que este tipo de dispositivo tiene lente de zoom, cuya capacidad debe ser evaluada de acuerdo con el punto más distante del ángulo de captura, y con la capacidad de acercarse lo suficiente para identificar a un individuo o evento.
- Cámaras de visión nocturna.
- Analítica del video y sistema de gestión de video inteligente.
- Inspección y mantenimiento.
- Alimentación continua.
- Detección de humos.

VERSIÓN PÚBLICA

Los dispositivos de detección y cámaras deberán estar conectados correctamente mediante fibra óptica o cables de comunicación. El sistema de transmisión/comunicación deberá permitir largas grabaciones y captación de datos de cámaras de video y sensores. Además, se instalará un centro de control de alarma que estará en contacto directo con el personal de la Planta, e incluirá un sistema de asistencia con llamada "SOS" que conectará con la central de emergencias más cercana.

l) Centro de Control.

Se construirá un edificio que tendrá funciones de Centro de Control (CC) y de almacén para la operación y mantenimiento del proyecto. El centro de control deberá contar con una altura de al menos 3 metros en su punto más alto, mientras que el edificio para el almacén deberá contar con una altura de al menos 4 metros en su punto más alto.

La arquitectura del CC podrá ser a partir de soluciones prefabricadas (estructuras de concreto del tipo modular) o de hormigón (edificado en sitio). De acuerdo a diseño arquitectónico, el CC estará dividido con las siguientes estancias:

- Almacén (zona de disposición de residuos peligrosos).
- Cocina.
- Baño.
- Despacho.
- Sala común.
- Sala de control.
- Sala de armarios de media tensión y comunicación.
- Sala de control (SCADA), con suelo técnico en sala de equipos de comunicación.
- Fosa séptica.
- Cisterna.
- Tanque para almacenamiento de diésel 1 a 1.5 m³.

El edificio también contará con su sistema hidro-sanitario, eléctrico, voz y datos.

m) Caseta de vigilancia

El proyecto contará con una caseta de vigilancia próxima al acceso del predio, equipada con área de monitoreo, área de aseo, área de cafetería y lockers.

VERSIÓN PÚBLICA

n) Caminos internos

Dentro del polígono del proyecto se construirá una red de caminos internos que permitan llegar a todas las áreas para las actividades de construcción, operación y mantenimiento.

Los caminos deberán de resistir las cargas y acción abrasiva producida por el tránsito de vehículos, tener impermeabilidad, un drenaje adecuado, resistir a los agentes atmosféricos del sitio, y tener una superficie de rodamiento que permita en todo tiempo un tránsito seguro.

La siguiente tabla muestra las dimensiones de los caminos, posteriormente se presenta el plano de distribución de dichas obras.

Tabla I.22 Características técnicas y superficies de los caminos internos.

No. Camino	Ancho promedio (m)	Largo (Km)	Superficie (m^2)
1	4.00	13.1	4.993
2	4.00	2.9	1.203
3	4.00	1.4	0.574
4	4.00	1.6	0.679
5	4.00	1.6	0.679
6	4.00	1.6	0.679
7	4.00	1.6	0.679
8	4.00	1.6	0.679
9	4.00	1.1	0.478
10	4.00	1.4	0.58
11	4.00	1.3	0.543
12	4.00	1.7	0.694
13	4.00	1.9	0.787
14	4.00	1.9	0.793
15	4.00	1.9	0.793
16	4.00	0.6	0.26
		TOTAL	**15.093**

Nota: Cabe mencionar, que la configuración de los caminos es amorfa, y que el ancho señalado en la tabla anterior es un promedio, por lo que si se realiza la operación aritmética de multiplicar el ancho por la longitud la superficie será diferente; sin embargo, se informa a la autoridad de manera fehaciente que las superficies son las correctas, tal como se puede comprobar en los archivos shape integrados en el **Anexo I.**

VERSIÓN PÚBLICA

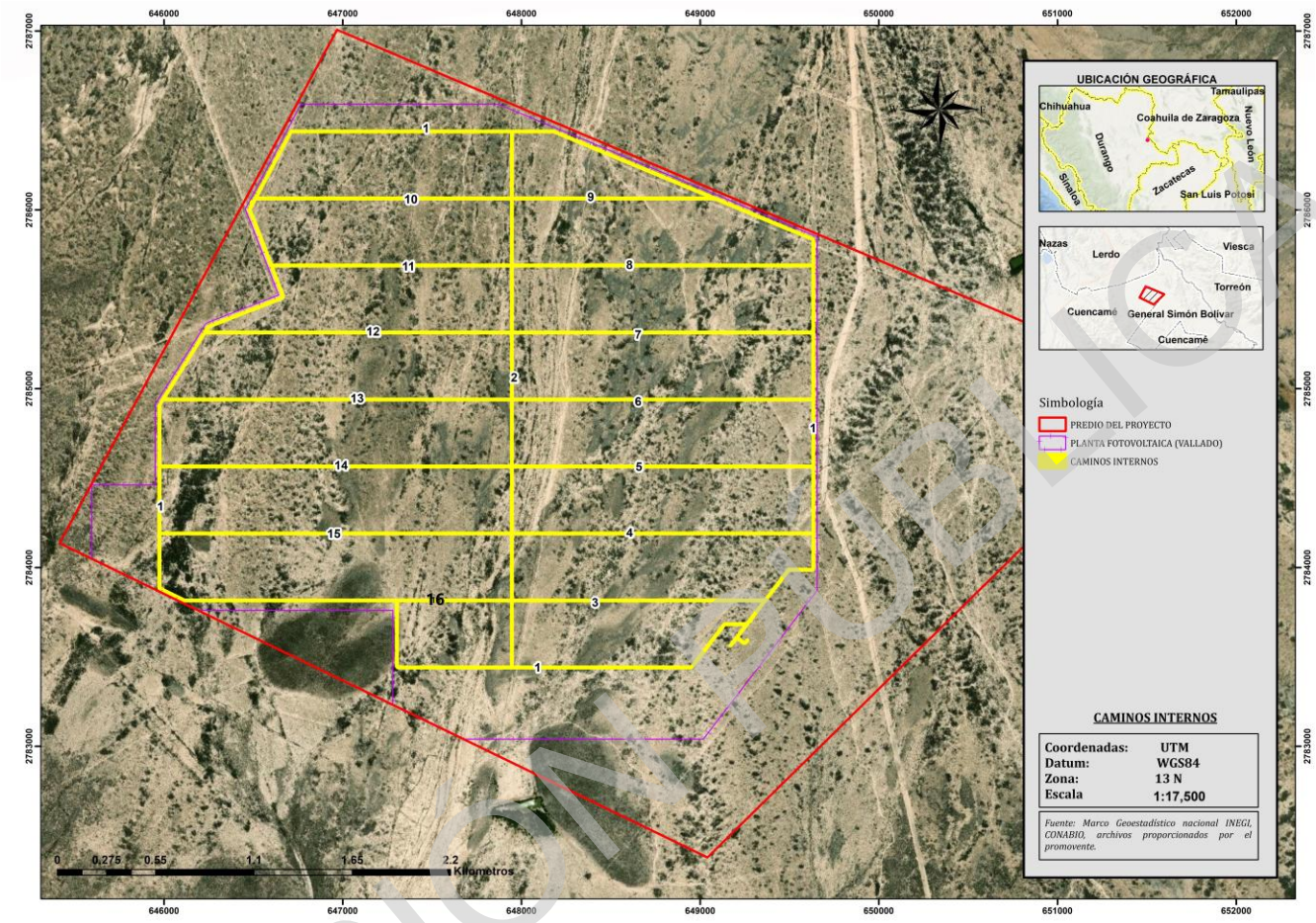


Figura I.7 Distribución de los caminos internos.

o) Vallado

Con objeto de obstaculizar y disuadir el acceso a posibles intrusos, se dispondrá de un vallado perimetral en la zona de la planta fotovoltaica. El vallado tiene como propósito, entre otros, los siguientes:

- Evitar que personas ajenas a las instalaciones lleguen a estar próximas a elementos de tensión, protegiendo su integridad física.
- Proteger las instalaciones de posibles daños intencionados.
- Evitar posibles robos en las instalaciones, en el edificio de control y celdas de MT.

VERSIÓN PÚBLICA

p) Subestación elevadora y Subestación de maniobras

El proyecto considera la construcción de una subestación eléctrica elevadora y una subestación de maniobras. La primera será de utilidad para elevar la tensión generada de media a alta, o muy alta, para poder transportarla; por su parte, la subestación de maniobras conectará dos o más circuitos y servirá como nodo en el sistema eléctrico para la distribución de la energía, en este caso se conectará a la línea de alta tensión de CFE, que se encuentra ya construida cercana al proyecto, para evacuar la energía generada en el proyecto, tal como se muestra en la siguiente figura.

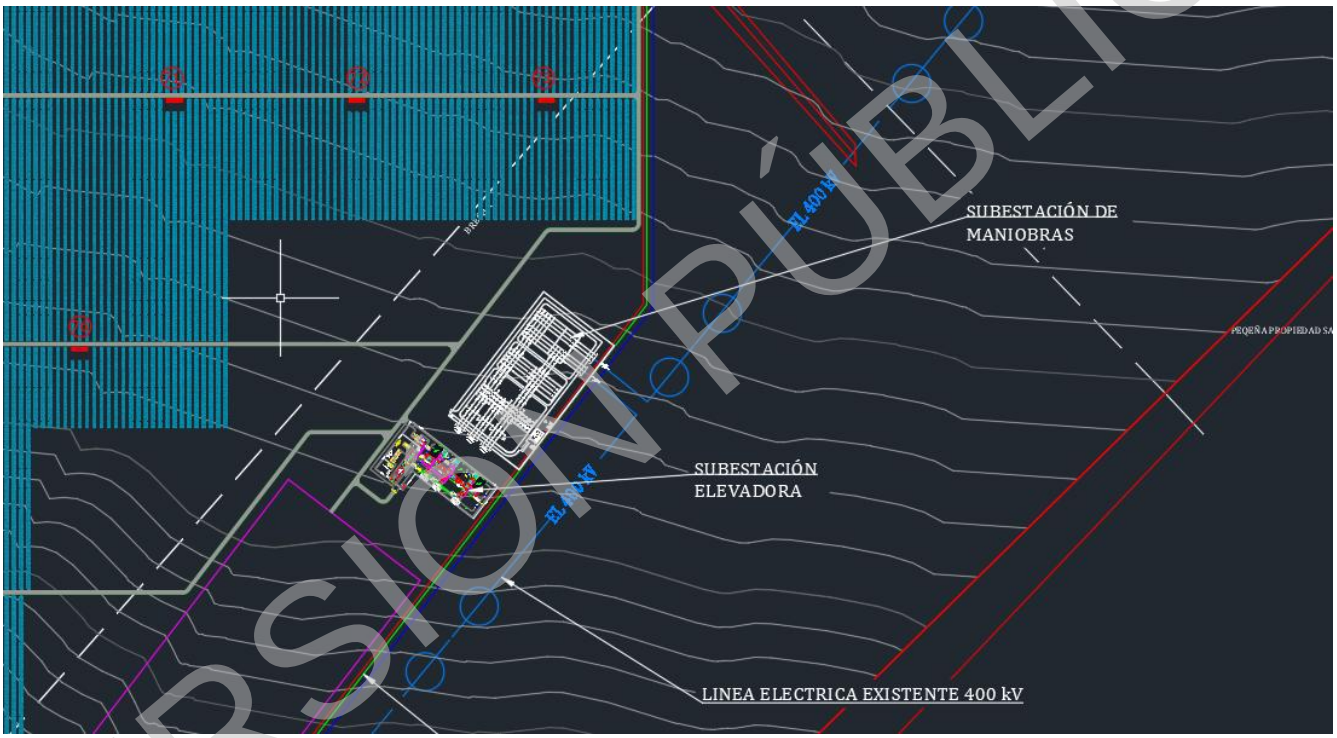


Figura I.8 Conexión de la subestación de maniobras con línea eléctrica existente.

VERSIÓN PÚBLICA

q) Línea de transmisión

La Línea de Transmisión (LT) de alta tensión, como ya se mencionó, tendrá una potencia de 400 kv, la cual estará comprendida por dos secciones. La primera sección partirá de la subestación elevadora y recorrerá aproximadamente 2.5 km hasta llegar a la subestación de maniobras (línea de interconexión). Por su parte, la segunda sección saldrá de la subestación de maniobras recorriendo una distancia de 0.65 km hasta interconectarse con la LT propiedad de CFE (línea de apertura), donde se entregará la energía generada en la planta fotovoltaica, tal como se muestra en la siguiente figura.

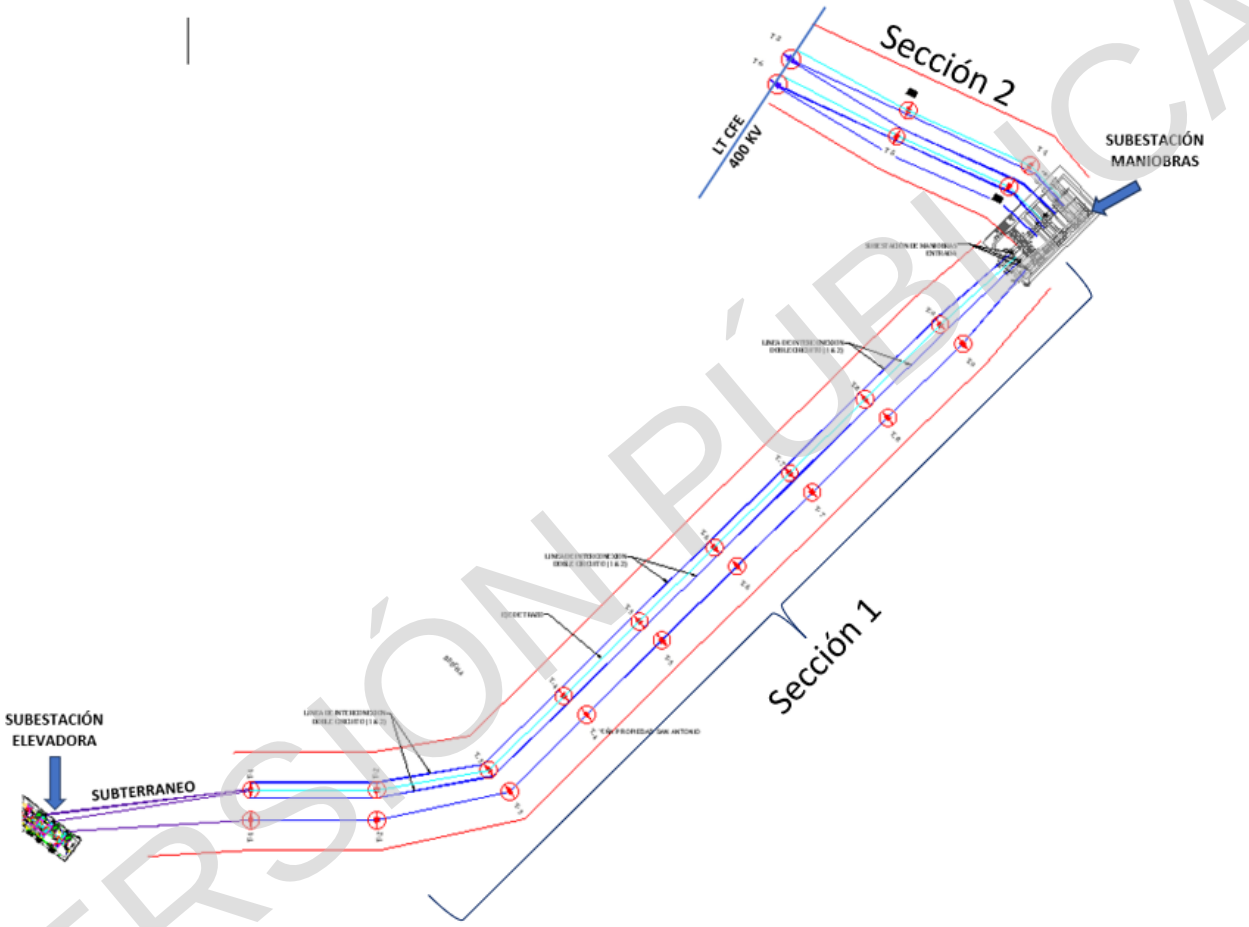


Figura I.9 Trayectoria de la LT.

La Sección 1 estará conformada por tres circuitos, mientras que la Sección 2 estará integrada por cuatro circuitos, ambos con una capacidad de 400 kV. Cada sección contará con un derecho de vía de 65.00 m a cada lado.

En cuanto a su construcción, la línea de transmisión (LT) incluirá un tramo subterráneo de 0.4 km por circuito, mientras que el resto del trazado será desarrollado de forma aérea. Para los tramos aéreos, se contempla la instalación de 24 torres correspondientes a tres tipos distintos: 4W2, EA4W22MA y 4CY1R, las cuales se presentan en las figuras siguientes.

VERSIÓN PÚBLICA

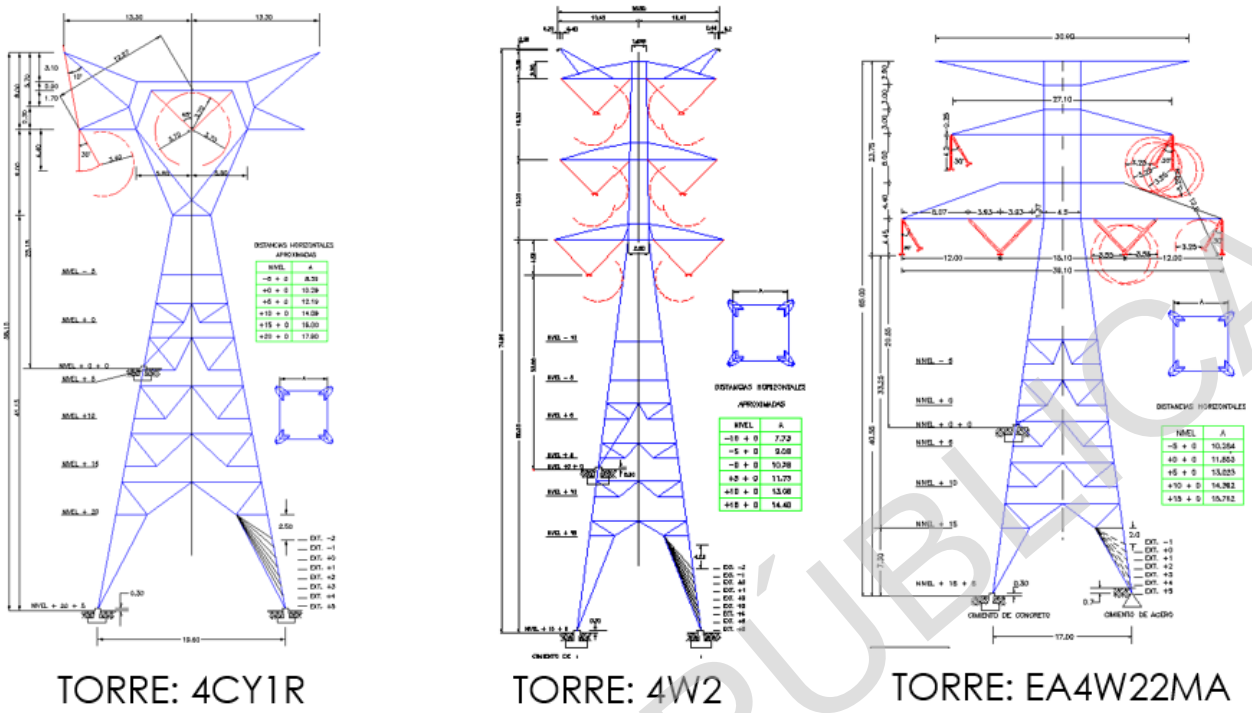


Figura I.10 Tipo de torres a instalar (el plano se presenta en el Anexo para mejor referencia).

Cabe señalar que, si bien se establece un derecho de vía por norma, toda la trayectoria de la LT se mantendrá al interior del predio del proyecto. También, es importante mencionar que la construcción de la sección 2 quedará a cargo de la promovente; no obstante, la operación y mantenimiento, así como el derecho de vía quedará a responsabilidad de CFE, ya que dicha sección pasará a ser propiedad de CFE.

Las siguientes tablas presentan las coordenadas de ubicación de las torres o estructuras de soporte.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla I.23 Coordenadas las estructuras de soporte

LINEA DE INTERCONEXION CIRCUITO (1 & 2) (SUBESTACIÓN DE ELEVADORA-SUBESTACIÓN DE MANIOBRAS)		
PUNTO	DATUM: UTM ZONE 13N COORDENADAS	
	X	Y
SUBESTACION ELEVADORA	649271.55	2783602.76
LINEA DE INTERCONEXION SUBTERRANEA (CIRCUITO 1)	649342.09	2783654.35
LINEA DE INTERCONEXION SUBTERRANEA (CIRCUITO 2)	649360.80	2783639.99
TORRE-1 - TIPO (4W2) DOBLE CIRCUITO (1&2)	649787.98	2783708.27
TORRE-2 - TIPO (EA4W22MA) DOBLE CIRCUITO (1&2)	650061.51	2783708.27
TORRE-3 - TIPO (EA4W22MA) DOBLE CIRCUITO (1&2)	650304.14	2783751.52
TORRE-4 - TIPO (EA4W22MA) DOBLE CIRCUITO (1&2)	650467.31	2783912.20
TORRE-5 - TIPO (EA4W22MA) DOBLE CIRCUITO (1&2)	650630.48	2784072.87
TORRE-6 - TIPO (EA4W22MA) DOBLE CIRCUITO (1&2)	650793.65	2784233.55
TORRE-7 - TIPO (EA4W22MA) DOBLE CIRCUITO (1&2)	650956.81	2784394.23
TORRE-8 - TIPO (EA4W22MA) DOBLE CIRCUITO (1&2)	651119.98	2784554.90
TORRE-9 - TIPO (EA4W22MA) DOBLE CIRCUITO (1&2)	651283.15	2784715.58
SUBESTACIÓN DE MANIOBRAS ENTRADA	651454.21	2784853.91

LINEA DE INTERCONEXION CIRCUITO (3) (SUBESTACIÓN DE ELEVADORA-SUBESTACIÓN DE MANIOBRAS)		
PUNTO	DATUM: UTM ZONE 13N COORDENADAS	
	X	Y
SUBESTACION ELEVADORA	649271.55	2783602.76
LINEA DE INTERCONEXION SUBTERRANEA (CIRCUITO 3)	649389.11	2783618.27
TORRE-1 - TIPO (4CY1R) CIRCUITO 3	649788.11	2783643.27
TORRE-2 - TIPO (4CY1R) CIRCUITO 4	650061.51	2783643.27
TORRE-3 - TIPO (4CY1R) CIRCUITO 5	650349.78	2783705.20
TORRE-4 - TIPO (4CY1R) CIRCUITO 6	650516.41	2783871.38
TORRE-5 - TIPO (4CY1R) CIRCUITO 7	650679.58	2784032.06
TORRE-6 - TIPO (4CY1R) CIRCUITO 8	650842.75	2784192.74
TORRE-7 - TIPO (4CY1R) CIRCUITO 9	651005.92	2784353.41
TORRE-8 - TIPO (4CY1R) CIRCUITO 10	651169.08	2784514.09
TORRE-9 - TIPO (4CY1R) CIRCUITO 11	651332.25	2784674.77
SUBESTACIÓN DE MANIOBRAS ENTRADA	651454.21	2784853.91

LíNEA DE APERTURA 400 KV SUBESTACIÓN DE MANIOBRAS-JERÓNIMO ORTIZ MARTÍNEZ - A3A20 - TORREÓN SUR		
PUNTO	DATUM: UTM ZONE 13N COORDENADAS	
	X	Y
SUBESTACIÓN DE MANIOBRAS ENTRADA	651454.21	2784853.91
SUBESTACIÓN DE MANIOBRAS SALIDA	651543.62	2784992.72
TORRE-1 - TIPO (EA4W22MA) DOBLE CIRCUITO	651477.81	2785059.97
TORRE-2 - TIPO (EA4W22MA) DOBLE CIRCUITO	651214.61	2785180.01
TORRE-3 - TIPO (EA4W22MA) DOBLE CIRCUITO	650945.96	2785299.93
SUBESTACIÓN DE MANIOBRAS SALIDA	651543.62	2784992.72
TORRE-4 - TIPO (EA4W22MA) DOBLE CIRCUITO	651432.08	2785015.21
TORRE-5 - TIPO (EA4W22MA) DOBLE CIRCUITO	651188.94	2785123.73
TORRE-6 - TIPO (EA4W22MA) DOBLE CIRCUITO	650904.53	2785250.66

VERSIÓN PÚBLICA

I.5.2. Programa de trabajo

Para llevar a cabo el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas se estima un periodo de 33 años, considerando las siguientes etapas:

Tabla I.24 Duración estimada del proyecto

Duración estimada del proyecto	
Etapa	**Duración**
Preparación del sitio y construcción	3 años
Operación y/o mantenimiento	30 años

En la siguiente imagen se presenta el cronograma del programa general de trabajo del proyecto

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla I.25 Programa de trabajo Proyecto Fotovoltaico "San José de Arriba"

AÑO		1				2				3				AÑO 4 AL 33
Etapa	Actividades / Trimestre	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Preparación del sitio	Trazo													
	Rescate de flora y fauna													
	Desmonte y despalme													
	Nivelación y excavación (movimiento de tierras)													
	Instalación de obras provisionales													
Construcción	Obras hidráulicas													
	Instalación de Sistema fotovoltaico (módulos solares, inversores, seguidores solares, cableado, sistemas auxiliares)													
	Construcción subestación eléctrica elevadora													
	Construcción subestación eléctrica de maniobras													
	Construcción Estaciones meteorológicas													
	Construcción Centro de Control													
	Construcción caseta de vigilancia													
	Construcción de vialidades internas													
	Construcción fosa séptica													
	Construcción cisterna													
	Construcción de vallado													
	Construcción camino de acceso													
	Acciones de protección y conservavión de suelo. Aplicación de material vegetal almacenado)													
	Pruebas y energización													
Operación y Mantenimiento	Operación y Mantenimiento de la Planta Fotovoltaica													
	Operación y Mantenimiento de Caminos de acceso													

VERSIÓN PÚBLICA

I.5.3. Preparación del sitio y construcción

Como parte de las actividades de preparación del sitio y construcción se consideran las que se describen a continuación.

Preparación del sitio

a) Trazo

Para evitar afectar áreas ajenas al proyecto, previo a realizar las actividades de rescate, desmonte y despalme, se llevará a cabo la delimitación del predio mediante la señalización con estacas y banderines. Esta actividad la realizará el equipo y brigada de topografía.

b) Rescate de flora y fauna

Una vez delimitada el área del proyecto, se continuará con el rescate de flora y fauna.

- **Rescate de flora.**

Con el apoyo de personal técnico capacitado, se llevará a cabo el rescate y reubicación de ejemplares de flora susceptibles de ello. Los ejemplares a rescatar serán seleccionados de acuerdo a su categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, considerando igualmente aquellos no incluidos en la NOM y que sean susceptibles de rescate. Los ejemplares identificados serán "marcados" para proceder con su rescate, y ser reubicados posteriormente en áreas aledañas (perímetro exterior del proyecto) que tengan condiciones similares para que los ejemplares puedan continuar con su desarrollo natural.

- **Rescate de fauna.**

Durante el mismo recorrido de rescate de flora, se generará ruido para ahuyentar y/o, en su caso, rescatar y reubicar aquellas especies de fauna que pudieran estar presentes en el área del proyecto, principalmente se procederá al rescate de los individuos de baja movilidad y aquellos que se encuentren dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, para ser trasladados a sitios con características ambientales similares con el objetivo de que puedan seguir con su desarrollo natural.

Dichas actividades las llevará a cabo personal técnico capacitado en la materia. Adicionalmente, se advertirá a los contratistas y trabajadores la prohibición de colectar, cazar, trampear, azuzar o dañar las especies de fauna silvestre que sean observadas en las áreas de trabajo durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto.

c) Desmonte y despalme

Posterior al rescate de flora y fauna, se continuará con el desmonte, removiendo la vegetación existente en la zona mediante las siguientes actividades:

Tala: se procederá al retiro de árboles y arbustos de manera gradual, utilizando maquinaria y equipo manual.

VERSIÓN PÚBLICA

Roza: Consistirá en quitar la maleza, hierba, zacate o residuos de siembras.

Desenraice: Consistirá en sacar los troncos o tocones con o sin raíces.

El material producto de estas actividades será triturado y mezclado con el suelo para utilizarlo posteriormente en las áreas de reubicación de flora.

Posterior a las actividades antes señaladas, se llevará a cabo el despalme del terreno para remover y retirar la capa vegetal presente en el suelo, y que no es adecuada para el desplante de las obras. La capa orgánica será resguardada y utilizada posteriormente para restituir el suelo y propiciar condiciones para la flora a reubicar.

El desmonte y despalme se realizarán en forma gradual y unidireccional para permitir el desplazamiento de la fauna hacia zonas menos perturbadas. Durante estas actividades, se dará un manejo adecuado para conservar el material de despalme y pueda ser reutilizado en actividades de acondicionamiento de áreas de recuperación, o áreas de reubicación de los ejemplares rescatados; asimismo, quedará protegido para evitar su pérdida por erosión eólica o pluvial.

d) Excavación

Como parte de las actividades de preparación del sitio para el proyecto, se llevarán a cabo excavaciones poco profundas para la cimentación del vallado perimetral, para la instalación de la fosa séptica y la cisterna, para la construcción de caminos internos, y para las cimentaciones de la subestación eléctrica, centro de control y caseta de vigilancia. Estas actividades de excavación se realizarán con el apoyo de maquinaria, resaltando que el material producto de las excavaciones se utilizará dentro de la misma área del proyecto para nivelación.

e) Nivelación

Una vez que el sitio este totalmente limpio, el personal técnico capacitado iniciara con el levantamiento topográfico con la finalidad de establecer el nivel del terreno y obtener una buena nivelación, así como para determinar el volumen de relleno a utilizar para la compactación del terreno y obtener el nivel deseado para la construcción de las obras programadas del proyecto.

El polígono del proyecto tiene una pendiente natural de Sur a Norte, con una elevación sobre el nivel del mar de 1,271 m.s.n.m. para la zona Norte, y 1,318 m.s.n.m. para la zona Sur, con una inclinación máxima de aproximadamente 4.8°, por lo cual se realizará una nivelación aproximada equivalente a 284,554.36 km³. Todos los trabajos de nivelación serán con material propio del área donde se emplazará el proyecto, no se considera la adquisición de material extractivo de minas o de otras parcelas.

f) Obras y áreas Temporales

Como obras temporales del proyecto, se considera la instalación de las siguientes:

VERSIÓN PÚBLICA

- **Oficinas móviles:** se instalarán dos módulos para oficinas, los cuales serán prefabricados, tipo contenedores, similar al que se muestra en la siguiente figura.



Figura I.11 Ejemplo de oficinas móviles.
Fuente: Tomada de internet como referencia.

- **Sanitarios móviles:** se instalarán 4 sanitarios, los cuales serán suministrados por una empresa contratista, misma que se encargará de la limpieza y manejo de los residuos.

- **Cocina y comedor:** Se habilitará un área de comedor y cocina para trabajadores. En esta área de habilitaran dispensadores de agua potable para el consumo de los trabajadores.

- **Área de acopio y bodega:** se destinará un área para el acopio de material y maquinaria, donde se instalará una bodega prefabricada para el almacenamiento y resguardo de equipo y materiales.

- **Almacenamiento de residuos:** para el manejo de residuos sólidos urbanos y peligrosos se instalarán contenedores debidamente identificados, similar a los que se muestran en la siguiente figura.



Figura I.12 Ejemplo de contenedor para residuos.
Fuente: tomada de internet como referencia.

Para los residuos de manejo especial se destinará un área, ya que estos serán sujetos de reciclaje en la medida de lo posible. Este lugar consistirá en un recinto cercado con malla metálica y portón de acceso. En esta área se

VERSIÓN PÚBLICA

contendrán tarimas de madera, residuos de empaques, plásticos y residuos de oficina. Estos materiales se dispondrán con una empresa autorizada.

Estas obras y áreas temporales se instalarán al interior del predio del proyecto y serán retirados una vez concluidas las etapas de preparación y construcción del proyecto.

Construcción

a) Obras hidráulicas

Con la finalidad de evitar afectaciones a las depresiones naturales del terreno, por donde fluyen los escurrimientos pluviales durante la época de lluvias al interior del predio del proyecto (mismas que no constituyen cauces), en primera instancia se consideró que el arreglo de los paneles fotovoltaicos no interfiera con dichas zonas. Adicionalmente, se incorporarán obras hidráulicas mediante vados de drenaje, **solo** en los puntos donde el escurrimiento pluvial, con flujos laminares que no forman cauces, cruce con los caminos internos.

La construcción de los vados consistirá en la conformación y compactación del terreno, en el sitio del cruce. Posteriormente, se aplicará una capa de material granular compactado al 95%, seguido de una capa de hormigón, tal como se muestra en la siguiente imagen.

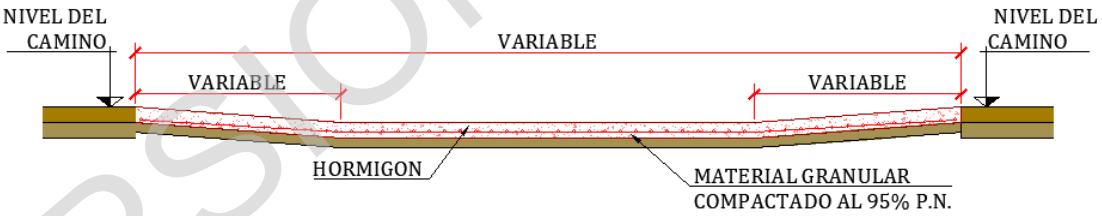


Figura I.13 Sección tipo vado de drenaje en cruces con caminos.

El número de obras de drenaje y su ubicación se muestran en la siguiente tabla e imagen.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla I.26 Ubicación obras de drenaje.

OBRAS DE DRENAJE		
PUNTO	DATUM: UTM ZONE 13N COORDENADAS	
	X	Y
OBRA DE DRENAJE #1	647219.527	2786438.248
OBRA DE DRENAJE #2	648263.991	2786404.082
OBRA DE DRENAJE #3	646961.053	2786063.614
OBRA DE DRENAJE #4	648229.185	2786063.614
OBRA DE DRENAJE #5	646783.981	2785688.980
OBRA DE DRENAJE #6	648133.865	2785688.980
OBRA DE DRENAJE #7	646675.250	2785314.346
OBRA DE DRENAJE #8	648191.590	2785314.346
OBRA DE DRENAJE #9	646526.670	2784939.712
OBRA DE DRENAJE #10	648168.533	2784939.712
OBRA DE DRENAJE #11	646336.191	2784565.078
OBRA DE DRENAJE #12	648106.097	2784565.078
OBRA DE DRENAJE #13	647984.396	2784190.488
OBRA DE DRENAJE #14	647946.967	2784107.043
OBRA DE DRENAJE #15	647811.213	2783815.780
OBRA DE DRENAJE #16	647766.091	2783441.176

VERSIÓN PÚBLICA

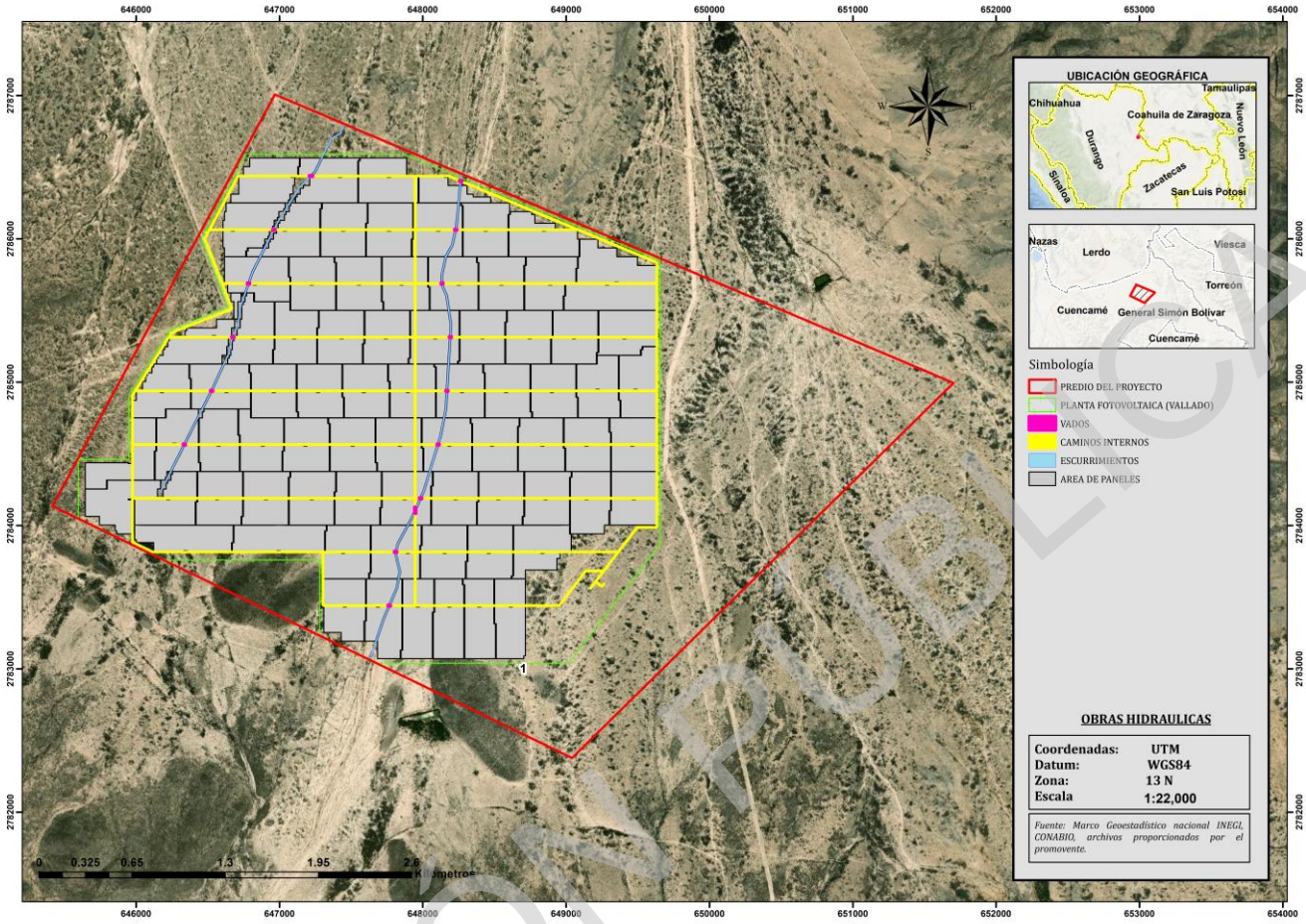


Figura I.14 Obras hidráulicas.

Es importante señalar, que los escurrimientos identificados al interior del predio son escurrimientos de origen pluvial que se generan ante algún evento meteorológico, por lo cual las obras de drenaje se llevarán a cabo en época de estiaje.

VERSIÓN PÚBLICA

b) Sistema fotovoltaico (módulos solares, inversores, seguidores solares, centro de transformación y cableado)

El sistema fotovoltaico que se encargará de captar la energía solar para transformarla en energía eléctrica y transmitirla hacia la subestación eléctrica, estará conformado por los siguientes elementos: módulos solares, inversores, seguidores solares, y centro de transformación y cableado, cuya instalación y construcción se describe a continuación.

- **Módulos Solares, inversores, seguidores solares.**

Los módulos solares o paneles, serán instalados sobre una estructura portante que estará cimentada sobre postes metálicos hincados en el terreno. Los postes se hincarán con el apoyo de una máquina hidráulica que los incrusta en el terreno mediante compresión controlada hasta que alcanzan el nivel determinado por el diseño, aproximadamente 1.5 m a 2.00 m de profundidad, se deberá asegurar que toda la línea de postes quede perfectamente al mismo nivel. La siguiente figura muestra un ejemplo de hincado de postes.



Figura I.15 Hincado de postes.

Fuente: tomada de internet como referencia.

Una vez colocados los postes, se colocarán los seguidores solares o tracks que en conjunto con un arreglo metálico formarán la estructura portante, sobre la cual se instalarán los paneles solares. Los seguidores solares son dispositivos mecánicos capaces de orientar los paneles solares siguiendo al sol desde el este en el amanecer, hasta el oeste en la puesta de sol, logrando que éstos permanezcan con la inclinación óptima con respecto al sol a lo largo de todo el día, lo que permite captar mayor energía solar. Las siguientes figuras muestran la instalación de tracks sobre postes y la instalación de paneles solares.

VERSIÓN PÚBLICA



Figura I.16 Ejemplo de la instalación de postes y tracks.
Fuente: tomada de internet como referencia.



Figura I.17 Ejemplo de la instalación de paneles solares sobre la estructura portante.
Fuente: tomada de internet como referencia.

Posterior a la instalación de la posteria, los tracks y los paneles, se realizará la instalación de los string y la colocación de las cajas string, para su posterior conexión con los CT. La siguiente figura muestra un ejemplo de las cajas string.

VERSIÓN PÚBLICA



Figura I.18 Ejemplo de cajas string.

Fuente: tomada de internet como referencia.

- **Centros de transformación (CT).**

Como ya se ha mencionado, se llevará a cabo la instalación de 24 CT, primero para convertir de Corriente Directa a Corriente Alterna, por medio de los inversores y, posteriormente, transformar la energía de baja tensión a media tensión, para poder conducir la energía eléctrica hacia la subestación del proyecto. Estos CT serán simplemente módulos prefabricados colocados sobre losas de concreto armado, que funcionarán como cimiento, tal como lo muestra la siguiente figura.



Figura I.19 Ejemplo de la instalación de un Centro de Transformación.
Fuente: tomada de internet como referencia.

VERSIÓN PÚBLICA

La construcción de la losa de cimentación consistirá en la formación de un bloque de concreto reforzado con acero, colado en sitio. Tendrá un espesor de 20 cm, un ancho de 5.00 m y una longitud aproximada de 22 m para los CT con 2 inversores, y de 13 m para los CT con 1 inversor.

- **Cableado.**

El sistema de cableado, que conectará y transmitirá la energía eléctrica desde los paneles hasta la subestación eléctrica, así como el cableado de fibra óptica del sistema SCADA para el monitoreo de las instalaciones, discurrirán sobre el área del proyecto considerando los siguientes:

Tramos Corriente Directa en Baja Tensión:

- Nivel 1. El cableado discurrirá parcialmente al aire, a lo largo de la estructura portante y parcialmente enterrado dentro de tubo, desde cada string hasta la entrada de cada caja de string.
- Nivel 2. El cableado discurrirá directamente enterrado bajo zanja desde las cajas string hasta los inversores ubicados en los centros de transformación (CT).

Tramos de CA en MT.

Este cableado discurrirá directamente enterrado, dentro de tubos, y unirán los diferentes CT con la subestación eléctrica del proyecto.

Sistema SCADA y puesta a tierra.

Este cableado discurrirá directamente enterrado, dentro de tubos.

Para su instalación, el cableado aéreo solo se estará fijando a la estructura. Por su parte, para el cableado subterráneo se realizarán zanjas poco profundas con un ancho entre los 20 cm y hasta un máximo de 1.00 m. Dentro de las zanjas se colocarán tubos corrugados de polietileno que protegerán el diferente tipo de cableado, similar a lo que se muestra en la siguiente figura.

VERSIÓN PÚBLICA



Figura I.20 Ejemplo de zanjeo para cableado.

c) Subestación eléctrica elevadora (SE) y Subestación eléctrica de maniobras (SM)

La subestación eléctrica del proyecto se construirá junto al Centro de Control. Esta estructura estará conformada por una losa de cimentación de concreto armado, capaz de soportar las cargas de los equipos de la subestación como lo son: el transformador, los postes o torres para el cableado, entre otros.

La construcción de la losa de cimentación iniciará con la excavación, posteriormente se realizará el armado del acero estructural, se continuará con el cimbrado perimetral y se concluirá con el vaciado del concreto, tal como se muestra en la siguiente imagen.

VERSIÓN PÚBLICA



Figura I.21 Ejemplo de armado de losa de cimentación.

Cercano a la SE, se construirá una subestación de maniobras para interconectar el proyecto con la línea eléctrica existente. Esta SM seguirá el mismo proceso constructivo que la SE. Cabe señalar, que la ubicación de esta SM depende de CENACE y de CFE, por lo que es muy probable que cambie; no obstante, en su momento y, de ser el caso, se hará del conocimiento de la autoridad.

Posteriormente a la obra civil se llevará a cabo el montaje de estructuras y equipo eléctrico, la colocación del sistema de tierras, equipos de control y medición.

d) Estaciones meteorológicas

Las estaciones meteorológicas consideradas para el proyecto serán prefabricadas y únicamente serán colocadas en un dado de cimentación, de concreto armado, para brindarle la debida estabilidad y asegurar su óptimo funcionamiento.

Para cada dado de cimentación, solo se realizará una pequeña excavación donde se alojará un armado de acero, el cual posteriormente será cubierto con concreto, similar a lo que muestra la siguiente figura.

VERSIÓN PÚBLICA



Figura I.22 Ejemplo dado de cimentación para estación meteorológica.

e) Centro de control

Como ya ha sido mencionado anteriormente, se construirá un edificio que tendrá funciones de centro de control y de almacén para la operación y mantenimiento del proyecto. Este edificio se construirá continuo a la subestación eléctrica y para su construcción se consideran dos opciones:

Opción 1: Elementos prefabricados del tipo modular; es decir, son bloques de concreto construidos en una fábrica especializada y con base al diseño arquitectónico que se requiera. Una vez fabricados los módulos, estos son llevados al sitio del proyecto para su montaje con el apoyo de grúas, tal como se muestra en la siguiente figura.

VERSIÓN PÚBLICA



Figura I.23 Ejemplo de elementos prefabricados tipo modular.

Opción 2: Construido en sitio, esta opción consistirá en realizar las actividades tradicionales de construcción; es decir, se construirá una cimentación tipo zapata corrida de concreto reforzado, armado y colado en sitio, muros de block de cemento junteados con mezcla de arena-mortero, elementos estructurales (columnas, vigas, castillos y losa) de concreto reforzado, colados también en sitio (ver siguiente figura).



Figura I.24 Ejemplo de actividades de construcción en sitio
Fuente: tomadas de internet como referencia.

VERSIÓN PÚBLICA

f) Fosa séptica

Para el manejo de las aguas residuales, generadas **durante la operación** del proyecto, se instalará una fosa séptica cerrada tipo Biodigestor. El biodigestor es una cámara hermética donde se producen reacciones anaeróbicas (sin aire), en el que se degrada la materia orgánica disuelta en un medio acuoso. El sistema será similar al que se presenta en la imagen siguiente.



Figura I.25 Fosa séptica tipo Biodigestor.

El manejo de las aguas residuales de este biodigestor tipo, cumplirá con las especificaciones establecidas en la NOM-006-CONAGUA-1997 Fosas sépticas prefabricadas-especificaciones y métodos de prueba.

Las aguas residuales resultantes de este proceso serán retiradas del sitio por medio de pipas por una empresa debidamente autorizada para el manejo de este tipo de residuos.

g) Cisterna

El proyecto considera la construcción de cuatro cisternas cuya capacidad en conjunto será no menor a 162.34 m³. Estas cisternas estarán por debajo del terreno natural, por lo cual serán construidas totalmente de concreto reforzado para soportar las cargas laterales del terreno. Su proceso constructivo consistirá en realizar una plantilla de concreto simple en el fondo de la excavación, posteriormente se realizará el habilitado y armado de acero de refuerzo, después se realizará el encofrado, y se finalizará con el vaciado de concreto, similar a lo que se muestra en la siguiente figura.

VERSIÓN PÚBLICA



Figura I.26 Ejemplo construcción de cisterna.

El agua a almacenar en las cisternas será utilizada en las siguientes actividades:

- **Lavado de módulos:**

Se realizará la limpieza y lavado de los módulos fotovoltaicos dos veces por año, es por ello que las cisternas deberán contar con la disponibilidad de agua requerida.

- **Servicios hidrosanitarios**:

Se utilizará agua para diferentes actividades hidro-sanitarias (limpieza de baños portátiles, lava manos), donde la cantidad variará según el número de personas que labore en el proyecto en un momento dado, se considera un sanitario portátil por cada 20 trabajadores. Se estima que el consumo de agua cruda para uso de sanitarios y lavamanos será de 5 a 9 litros/persona/descarga, aproximadamente 6,000 litros por semana.

h) Caseta de vigilancia

La caseta se construirá con una cimentación tipo zapata corrida de concreto reforzado, armado y colado en sitio, muros de block de cemento junteados con mezcla de arena-mortero, elementos estructurales (columnas, vigas, castillos y losa) de concreto reforzado, colados también en sitio. La caseta contara con instalación eléctrica e hidráulica.

VERSIÓN PÚBLICA

i) Vialidades internas

Los caminos internos a construir tendrán 4 m de ancho y estarán distribuidos por el área de paneles. El proceso constructivo de los caminos internos consistirá en realizar primeramente el trazo, posteriormente se realizará el despalme y finalmente se realizará la nivelación y compactación del terreno con material de la región. En los costados de los caminos se formarán cunetas y alcantarillas, en el sentido de la pendiente del terreno, para evitar la obstrucción del escurrimiento pluvial al interior del predio del proyecto.

Estos caminos deberán de resistir las cargas y acción abrasiva producida por el tránsito de vehículos, tener impermeabilidad y drenaje adecuado, resistir a los agentes atmosféricos del sitio, y tener una superficie de rodamiento que permita en todo tiempo un tránsito seguro.

j) Vallado

Para el cercado del predio se considera un vallado con malla de simple torsión (malla ciclónica) sujeta a postes galvanizados, los cuales estarán hincados sobre bloques de hormigón (45 x 25 x 40) cada 3 m aproximadamente (se ilustra en la siguiente figura).

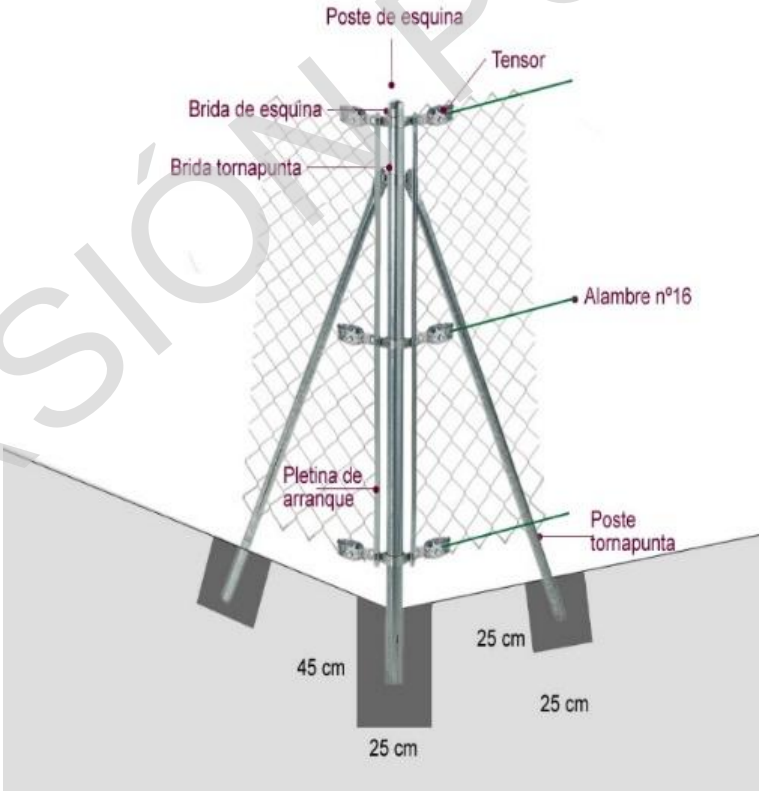


Figura I.27 Ejemplo de construcción de vallado.

VERSIÓN PÚBLICA

k) Línea de transmisión

Considerando que la LT será construida de forma subterránea y aérea, a continuación, se describen las estructuras a emplear.

Tramo subterráneo.

Para el tramo subterráneo se realizará la excavación de zanja, a la profundidad que indique el diseño ejecutivo, donde colocarán tuberías corrugadas de PEAD, para colocar en su interior el cableado de la LT, tal como se muestra en la siguiente figura.

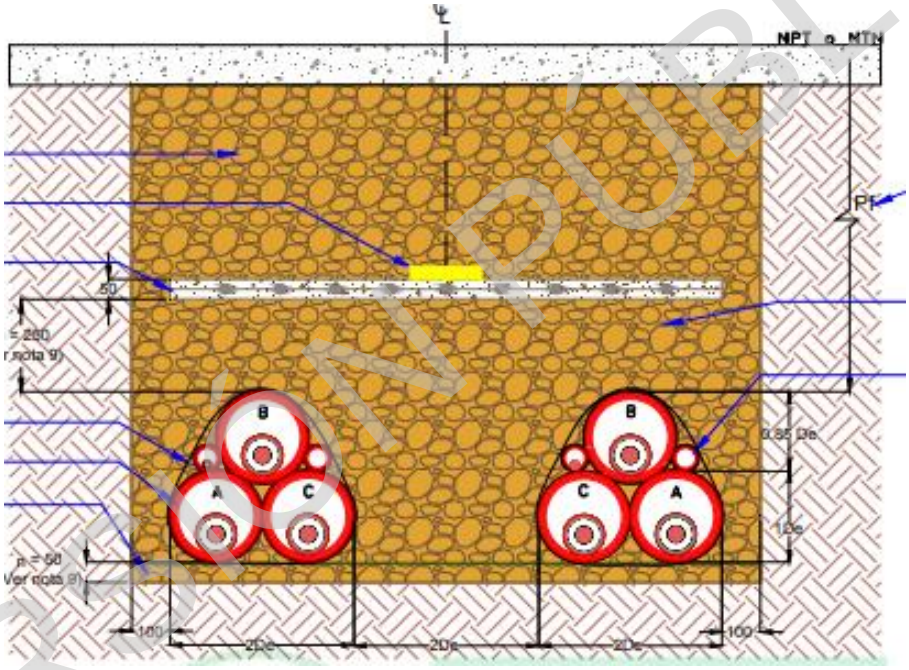


Figura I.28 Ejemplo de cableado subterráneo.

Una vez colocada la tubería, se procederá con el relleno y compactación de la zanja, colocando una cinta de identificación o precautoria.

Tramo aéreo.

Por su parte, el tramo aéreo estará conformado por 24 torres de tres tipos diferentes: 4W2, EA4W22MA y 4CY1R, las cuales se muestran en las siguientes figuras.

VERSIÓN PÚBLICA

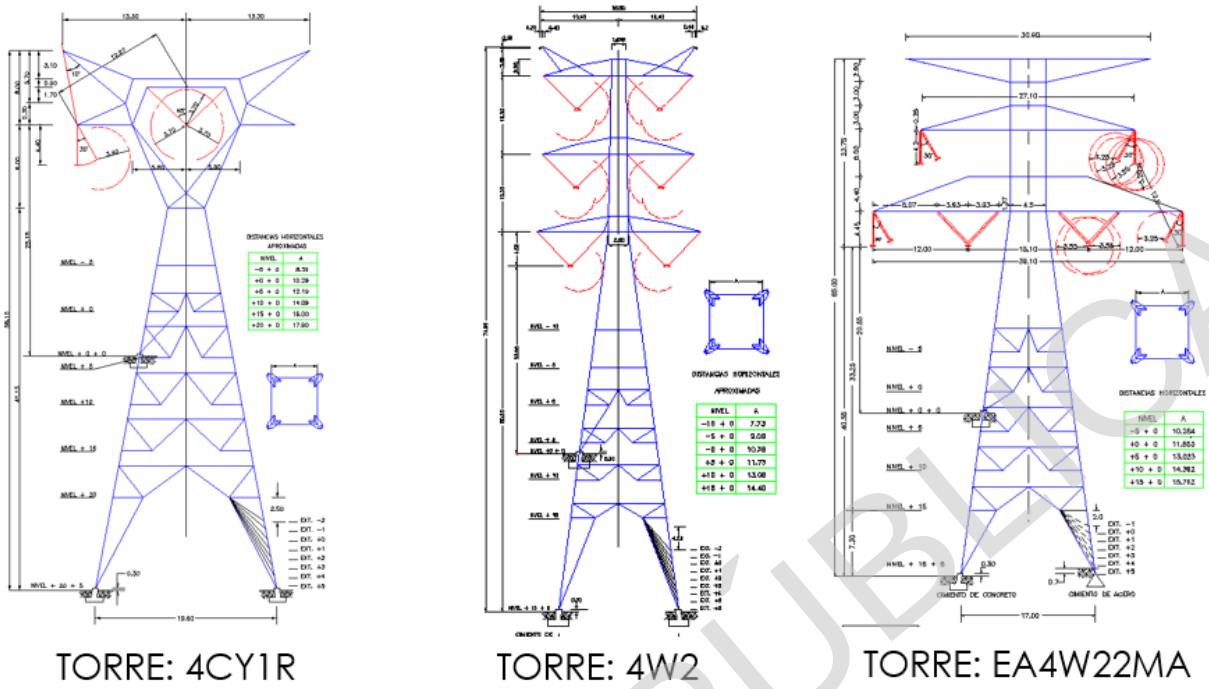


Figura I.29 Tipo de torres a instalar.

Para su instalación, primero se realizará la excavación de las zanjas para la cimentación. La cimentación estará conformada por zapatas aisladas de concreto armado, cuatro por cada torre, las cuales servirán de soporte para el armado de las estructuras, tal como se muestra en la siguiente figura.



Figura I.30 Ejemplo de cimentación para torres eléctricas.

Posterior a la construcción de las cimentaciones, personal capacitado se encargará del izaje y armado de las estructuras prefabricadas de la torre, así como la instalación de sus herrajes y del cableado.

VERSIÓN PÚBLICA

I.5.4. Personal e insumos

- **Personal**

Se estima que el número máximo de personal que estará laborando durante la fase crítica (pico) de la preparación del sitio y construcción asciende aproximadamente a 1,200 personas.

- **Agua**

Durante las etapas del proyecto se requerirá agua, la cual será transportada al área de trabajo mediante pipas, y esta podrá ser potable, cruda y/o tratada.

- **Energía**

Todos los sistemas que requieran el uso de energía eléctrica durante la preparación de sitio y la etapa de construcción serán abastecidos mediante plantas portátiles de generación que usarán diésel como combustible. Mientras que, durante la etapa operativa del proyecto, la alimentación auxiliar se realizará en baja tensión ocupando la misma energía que generará el propio proyecto.

- **Combustible**

Los combustibles para utilizar en las etapas de preparación del sitio y construcción serán básicamente gasolina y diésel para el funcionamiento de vehículos, maquinaria y equipo. Estos combustibles se abastecerán en las gasolineras cercanas al sitio,

El abastecimiento de combustibles será con equipos de la propia constructora que estarán suministrando los requerimientos diarios de los equipos de construcción.

I.5.5. Maquinaria y equipo

En la siguiente tabla se enlista la maquinaria y equipo a utilizar durante la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto.

VERSIÓN PÚBLICA

MAQUINARÍA Y VEHÍCULOS	UNIDADES
Telehandler-manitou	26
Minicargadora-Bodcat	7
Camión pluca	5
Camión 3/4	10
Máquina de tendido	19
Excavadora	10
Excavadora mixta	7
Camión bañera-dumper	8
Camión de volteo	15
Buldozer	7
Rulo compactador	5
Placa vibradora	8
Motoniveladora	7
Camión pipa	4
Grúa 80 de ton	2
TOTAL	**140**

I.6. Operación y mantenimiento

Una vez concluidas las etapas de preparación y construcción, el proyecto iniciará operaciones cumpliendo el objetivo para el cual fue diseñado, generar energía eléctrica a través de la captación de la radiación solar.

Antedicho, una planta fotovoltaica es un tipo de central eléctrica, la cual se encarga de transformar los rayos solares en energía eléctrica aprovechable a través de generadores fotovoltaicos. Su principio fundamental es la transformación de la energía fotovoltaica proveniente del sol, y que es captada a través de células de silicio (paneles solares).

Los generadores fotovoltaicos están formados por una serie de módulos del mismo tipo, conectados eléctricamente entre sí, en serie y paralelo, los cuales se encargan de transformar la energía del sol en energía eléctrica, generando una corriente continua (CD) proporcional a la irradiancia solar que incide sobre ellos. La energía transformada no es posible inyectarla directamente del generador fotovoltaico a la red eléctrica, ya que precisa ser transformada en Corriente Alterna (CA) para acoplarse a la red y ser distribuida; por ello, la corriente continua se conduce al inversor, que es el dispositivo que mediante electrónica de potencia la convierte en corriente alterna a la misma frecuencia que la red eléctrica (en primera instancia, a nivel de baja tensión).

Mediante transformadores de potencia se eleva la tensión eléctrica de generación a niveles de media tensión para la distribución interna de la planta, y posteriormente evacuar la energía con las menores pérdidas posibles hasta el punto de interconexión, tal como se ilustra en la siguiente figura.

VERSIÓN PÚBLICA

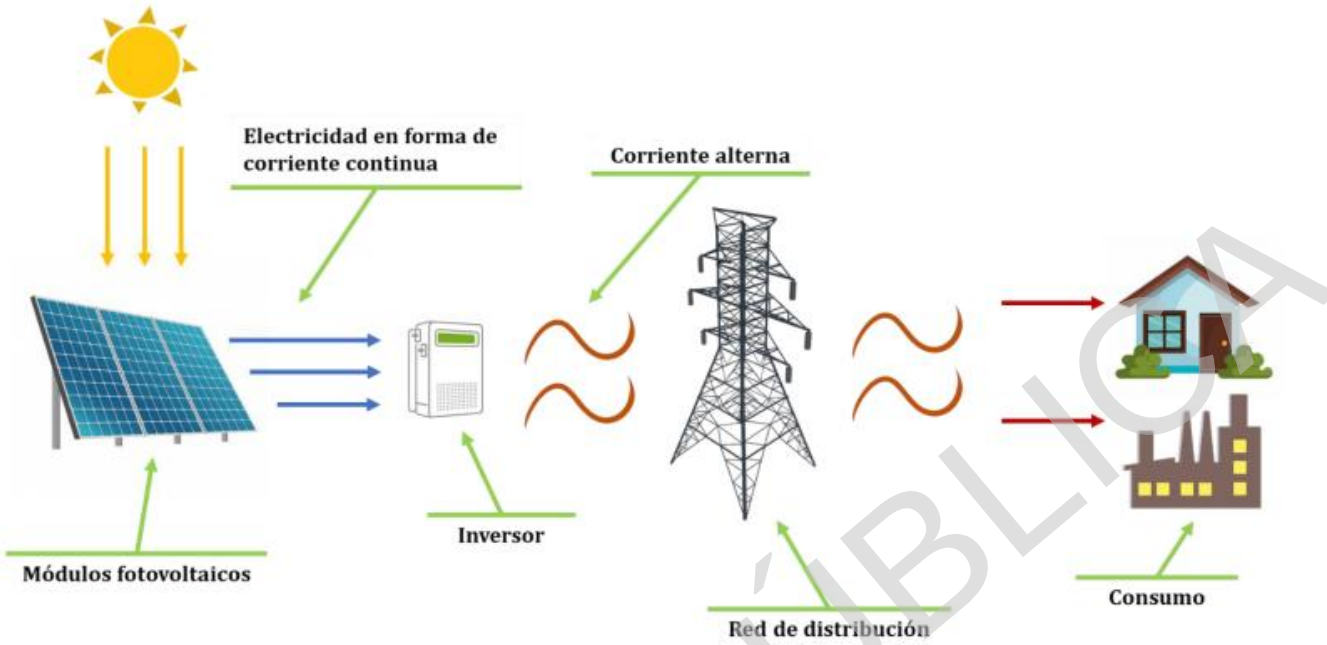


Figura I.31 Esquema básico de funcionamiento de una instalación FV conectada a la red.

La infraestructura para la interconexión está diseñada en función de la potencia total del proyecto, y de las características del punto de interconexión. En este caso, el proyecto tendrá la capacidad de generar una potencia nominal de 680.45 MWn, y una capacidad en corriente continua de 816.35 MWp. Para evacuar la energía generada, el proyecto se interconectará con la Línea eléctrica de 400 Kv, propiedad de CFE, que se encuentra cercana al predio del proyecto.

Como parte de las actividades de mantenimiento durante la etapa operativa del proyecto, se consideran las siguientes:

a) Paneles Fotovoltaicos

- Limpieza de los módulos fotovoltaicos para retirar el polvo acumulado, se realizará una o dos veces al año, de acuerdo a las necesidades que se presenten.
- Inspección visual de las instalaciones con el objetivo de detectar deficiencias que subsanar.
- Verificación de los elementos de sujeción y conexión.
- Comprobación del estado de la red de tierras, para proteger a los sistemas en caso de sobretensiones.
- Revisión de las conexiones, los cables, el perfecto estado de las cajas de los cuadros (equipos eléctricos), su estanqueidad y revisión de los equipos de mando y protección.
- Revisión de los inversores respecto a su sistema de ventilación.

VERSIÓN PÚBLICA

b) Estructuras metálicas

- Verificación mecánica de seguidores.
- Revisión de daños en la estructura, como los causados por oxidación y su deterioro por agentes ambientales.

c) Línea de Transmisión eléctrica.

- Limpieza de brecha.
- Reapriete de herrajes.
- Corrección al sistema de tierras.

d) Obra civil (caminos, cercado perimetral, cimentaciones, canales, etc.).

- Comprobar que los caminos internos del proyecto estén en perfecto estado para facilitar la circulación de los vehículos.
- Revisar el cercado perimetral, los taludes y la cimentación de las estructuras metálicas.
- Limpieza de cunetas de los caminos y de los canales perimetrales de encauzamiento.

Es importante señalar que, en caso de necesitar un remplazo de los equipos, éste se solicitara al fabricante para su reparación o disposición final.

I.7. Desmantelamiento y abandono

El proyecto está diseñado para operar durante toda su vida útil; no obstante, mediante la implementación de programas permanentes de mantenimiento, ésta podría prolongarse. Por lo anterior, actualmente no se contempla el desmantelamiento ni el abandono del sitio. Sin embargo, en caso de que por alguna circunstancia sea necesario el retiro definitivo del proyecto, se llevará a cabo el desmantelamiento correspondiente conforme a las siguientes actividades:

- Desconexión de todos los equipos eléctricos bajo los lineamientos y estándares aplicables.
- Desmantelamiento de los módulos fotovoltaicos.
- Excavación y extracción del cableado subterráneo.
- Remoción de todos los pilotes, postes verticales y estacas.
- Remoción del material de caminos de caminos (grava).
- Rompimiento y remoción de bases de concreto y cimientos.
- Remoción de la subestación (incluyendo instalaciones auxiliares como la línea de trasmisión.

VERSIÓN PÚBLICA

- Restauración del terreno.

Durante el proceso de desmantelamiento y abandono del sitio se establecerán controles para el manejo adecuado de materiales y residuos peligrosos, este tipo de controles serán similares a los que se implementarán durante la etapa de construcción.

I.8. Residuos

Durante las diferentes etapas del proyecto se prevé generar diferentes tipos de residuos entre los cuales se consideran los siguientes:

a) Residuos sólidos urbanos

Se generarán desechos sólidos urbanos, tales como: papel, plástico, cartón, madera, residuos de comida, entre otros, durante las diferentes etapas del proyecto, los cuales serán almacenados temporalmente en el edificio proyectado para tal fin y estarán convenientemente separados y etiquetados.

b) Aguas residuales

No se prevé la generación de aguas residuales, dado que se instalarán inodoros químicos portátiles dentro de las instalaciones y para uso del personal que laborará durante la etapa constructiva del proyecto. La empresa contratista será la encargada de darle mantenimiento a los sanitarios para asegurar el buen funcionamiento.

En cuanto a las aguas residuales generadas durante la operación del proyecto, estas serán manejadas por la empresa autorizada, que se contrate, para dar mantenimiento al biodigestor tipo.

c) Residuos peligrosos

Este tipo de residuos se generarán durante la etapa de constructiva, un ejemplo de ellos, son: grasas, envases contaminados, restos de módulos, aceites, lubricantes, entre otros residuos menores considerados como peligrosos. Estos residuos serán retirados periódicamente de forma selectiva por un transportista autorizado que los entregara al gestor autorizado para su tratamiento.

Emisiones a la atmosfera

Las principales emisiones a la atmosfera que se generarán en la etapa constructiva, corresponderán al material particulado, o polvo suspendido, producto de los movimientos de tierra relacionados con las operaciones de excavaciones, por la carga y la descarga de material de los camiones, así como por el tránsito de vehículos.

Para el material particulado suspendido, los camiones que transporten materiales, incluso entre los frentes de trabajo, deberán estar cubiertos con lonas. Del mismo modo se restringirá la circulación de camiones a 30 km/hr cuando no estén cargados y 20 km/hr cuando estén cargados en el emplazamiento del proyecto. Además, estará prohibida la quema de cualquier tipo de residuo.

VERSIÓN PÚBLICA

La siguiente tabla muestra un estimado de los residuos a generar durante las etapas de construcción y operación.

Tabla I.27 Residuos.

TIPO DE RESIDUO			UNIDAD	ETAPA CONSTRUCCIÓN	ETAPA OPERACIÓN
DOMÉSTICOS / DOMICILIARIOS		LÍQUIDOS	m3/día	120.00	6.00
		SÓLIDOS	tn/mes	28.80	1.80
INDUSTRIALES			tn/mes	443.45	15.49
	NO PELIGROSOS	Textiles	tn/mes	0.59	0.88
		Gomas	tn/mes	1.29	0.58
		Cerámicas	tn/mes	1.76	-
		Latas	tn/mes	0.97	2.91
		Maderas	tn/mes	329.94	2.20
		Restos de metales	tn/mes	3.22	8.73
		Escombros	tn/mes	23.19	-
		Papeles y cartones	tn/mes	74.24	0.17
		Plásticos	tn/mes	8.25	0.02
	PELIGROSOS	RESPEL	tn/mes	3.97	3.42
		Toners de impresoras	tn/mes	0.02	0.05
		Aceites usados	tn/mes	2.22	0.29
		Filtros de aceite usados	tn/mes	0.27	-
		Filtros de aire	tn/mes	-	0.14
		Envases de pinturas, solventes y barnices	tn/mes	0.44	0.29
		Envases de aerosoles usados	tn/mes	0.16	-
		Envases de refrigerantes usados	tn/mes	-	0.87
		Arena, serrín u otro material absorbente utilizado para la captación de eventuales derrames de aceites, grasas, combustibles, etc	tn/mes	0.16	-
		Líquido refrigerante degradado	tn/mes	-	-
		Baterías	tn/mes	0.55	0.77
		Pilas	tn/mes	0.02	0.29
		Paños contaminados	tn/mes	0.11	0.29
		Tubos fluorescentes	tn/mes	-	0.14
		Chatarra electrónica, PC, impresoras, teclados, monitores, etc (kg/mes)	tn/mes	-	0.29
		Restos de equipos impregnados con aceites, combustibles, refrigerantes, etc (kg/mes	tn/mes	-	-
		Tambores para combustible	tn/mes	-	-
		Paneles fotovoltaicos	tn/mes	-	-
		SUSPEL	tn/mes	1.61	0.16
		Aceite de motor	tn/mes	1.43	-
		Grasa lubricante	tn/mes	0.16	-
		Spray de zinc	tn/mes	0.00	-
		Espuma de poliuretano	tn/mes	0.02	-
		Aceite de recambio, líquidos de limpieza	tn/mes	-	0.16
		Grasas lubricantes	tn/mes	-	0.16

Para el manejo de los residuos se tiene planteado un Programa de Manejo Integral de Residuos, el cual se describe en el Capítulo IV.

VERSIÓN PÚBLICA

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

PROYECTO FOTOVOLTAICO "SAN JOSÉ DE ARRIBA"

CAPÍTULO II

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.



VERSIÓN PÚBLICA

CONTENIDO

II. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES. 4
II.1. Introducción. 4
II.2. Antecedentes. 5
II.3. Ordenamientos Jurídicos Ambientales. 6
II.3.1. Introducción de Legislación Ambiental. 6
II.3.2. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. 8
II.3.3. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. 8
II.3.4. Reglamento de la Ley general de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental. 12
II.3.5. Ley General de Vida Silvestre. 15
II.3.6. Ley de Aguas Nacionales. 17
II.3.7. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. 17
II.3.8. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. 18
II.3.9. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 21
II.3.10. Ley General de Cambio Climático. 22
II.3.11. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones. 25
II.3.12. Ley del Sector Eléctrico. 27
II.3.13. Reglamento de la Ley del Sector Eléctrico. 29
II.3.14. Ley de Planeación y Transición Energética. 30
II.3.15. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. 31
II.3.16. Ley para el Fomento, de Uso y Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía del Estado de Durango y sus Municipios. 32
II.4. Instrumentos de Política Ambiental en el ámbito Internacional. 33
II.4.1. Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Acuerdo de París sobre Cambio Climático. 34
II.4.2. Protocolo de Montreal y Protocolo de Kioto. 34
II.5. Ordenamientos Territoriales. 35
II.5.1. Programa de Ordenamiento General del Territorio (POEGT). 36
II.5.2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango. 44
II.6. Instrumentos de Planeación. 50
II.6.1. Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030. 50
II.6.2. Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional. 52
II.6.3. Plan Estatal de Desarrollo para el Estado de Durango 2023-2028. 52

VERSIÓN PÚBLICA

II.7. Análisis respecto a localidad(es) con población indígena en las que incide el sitio de intervención del Proyecto y/o su zona de influencia. 53

II.8. Áreas Naturales Protegidas. 56

II.8.1. Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal. 56

II.8.2. Áreas Naturales Protegidas de competencia Estatal. 57

II.8.3. Áreas Naturales Protegidas de competencia Municipal. 58

II.8.4. Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC). 59

II.8.5. Sitios RAMSAR. 60

II.9. Normas Oficiales Mexicanas. 62

II.10. Evaluar la susceptibilidad de la zona de ubicación del proyecto ante riesgos geológicos y meteorológicos extremos, que pudieran representar una amenaza para la integridad física de las instalaciones que resulten en impactos ambientales no previstos. 65

II.11. Indicar número y describir detalladamente corrientes intermitentes, perenes y, cuerpos de agua, presentes dentro de la superficie sobre los cuales pudiera derivar un impacto ambiental. 65

II.12. Conclusión 65

VERSIÓN PÚBLICA

II. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.

II.1. Introducción.

El proceso de Evaluación del Impacto Ambiental se lleva a través de la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), la cual se define conforme a la fracción XXI, del artículo 3° de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente como: *"El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo."*

Por lo antes mencionado, en la vinculación que se expone en el presente Capítulo tiene como propósito principal demostrar el cumplimiento del proyecto con la legislación ambiental y evidenciar su compatibilidad con los diversos ordenamientos de carácter Federal, Estatal e inclusive Municipal que en función de la ubicación del sitio del proyecto, resultan aplicables, en cuanto a la procedencia para obtener la autorización en materia de impacto ambiental, así como a los usos y aprovechamientos de suelo.

En este tenor y de conformidad con lo establecido en el artículo 35 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y el artículo 13 de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el proyecto debe ser vinculado con las diferentes disposiciones jurídicas ambientales aplicables, como son programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

En este contexto, en el proyecto se desarrollarán obras y actividades de las previstas en el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, ya que la naturaleza del mismo contempla la construcción de una Planta Fotovoltaica denominada "Proyecto Fotovoltaico San José de Arriba" (en lo sucesivo Planta o Proyecto), con pretendida ubicación en el Estado de Durango, la cual prevé la preparación de sitio, construcción, operación y mantenimiento de la misma para la generación de energía eléctrica, con una capacidad de generar una potencia nominal de 680.45 MWn y una capacidad en corriente continua de 816.3 MWp, para evacuar la energía generada, el proyecto se interconectará con la Línea eléctrica de 400 Kv, propiedad de CFE, que se encuentra cercana al predio del proyecto, así como sus obras complementarias.

Ahora bien, para la realización del presente capítulo, se llevó a cabo un análisis acucioso y exhaustivo de la legislación Federal en materia ambiental, así como los programas sectoriales, planes de desarrollo, ordenamientos ecológicos del territorio y demás instrumentos de política ambiental en el ámbito nacional e internacional vinculados al proyecto, lo anterior con el propósito de acreditar plenamente su cumplimiento y viabilidad.

En este sentido y de conformidad con lo establecido en el artículo 35 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y el artículo 13 de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el proyecto debe ser vinculado con las diferentes disposiciones jurídicas ambientales aplicables, como son programas

VERSIÓN PÚBLICA

de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables, en observancia de las disposiciones jurídicas aplicables para su elaboración tal como se muestra en los subsecuentes títulos, del presente Capítulo.

Por lo antes mencionado, a continuación, se expondrá la vinculación del proyecto con los diversos instrumentos jurídicos en observancia en primer lugar de Nuestra Carta Suprema y bajo los siguientes Antecedentes.

II.2. Antecedentes.

1. El 13 de julio de 2018, se autorizó en materia de impacto ambiental para el proyecto denominado "**Parque Solar Fotovoltaico Diego"** (en lo sucesivo Diego) a través de la resolución contenida en el oficio **SGPA/DGIRA/DG/0541**.

2. Por otro lado, el 27 de septiembre de 2018, el Promovente sometió a procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental el Proyecto denominado **"Proyecto Fotovoltaico San José de Arriba"**, presentando para ello una Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional.

3. Razón por la cual, esta autoridad emitió la autorización contenida en el oficio **SGPA/DGIRA/DG/08675** del 09 de noviembre de 2018 (Autorización), mediate la cual se señaló en su **TÉRMINO SEGUNDO** que la promovente contaba con un plazo de 03 años para llevar a cabo las actividades de preparación del sitio y construcción y un plazo de 33 años para las etapas de operación, mantenimiento, cierre y abandono; dichos plazos podían ser ampliados mediante solicitud presentada con 30 días de antelación a la fecha de vencimiento.

4.- Que habiendo expirado la vigencia de la autorización para comenzar con las actividades de preparación del sitio y construcción del Proyecto y sin haberse solicitado una ampliación de plazo por parte de la Promovente para dichas etapas, la resolución en materia de impacto ambiental se extinguió, motivo por el cual volvió a realizar una nueva manifestación de impacto ambiental para su posterior ingreso.

5. En tal sentido, el 24 de julio de 2024, se presentó ante esta autoridad de nueva cuenta, una Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional para la ejecución del Proyecto, quedando registrado con la clave **10DU2024E0018.**

6.- Una vez integrado el expediente del Proyecto, el 03 de octubre de 2024, esa autoridad solicitó información adicional a través del requerimiento contenido en el oficio **SRA/DGIRA/DG-03791-24,** que, entre otras cosas, incluyó lo relacionado a lo siguiente: *"Que parte de la superficie del proyecto tiene incidencia dentro de la superficie de los proyectos denominados **"Parque Solar Fotovoltaico Diego"**, "Línea de transmisión Durango Sur-Torreón Sur" y "E.C. (Sombreretillo del Alto-la Unión)-Javier Rojo Gómez, Tramo del km 0+000 al km 16+000, en los Municipios de Lerdo, General Simón Bolívar y Cuencamé, Estado de Durango", los cuales fueron autorizados de manera condicionada en Materia de Impacto Ambiental y que actualmente se encuentran vigentes. Por lo que, la promovente deberá manifestar lo conducente respecto a dicha incidencia*

VERSIÓN PÚBLICA

En caso de contar con los contratos o convenios en los que autorice a la promovente la ocupación de la superficie del proyecto en dichos polígonos autorizados de los proyectos referidos, debiendo especificar la superficie de incidencia en cada uno."

7. Razón por la cual, el 18 de diciembre de 2024, el Promovente explicó lo solicitado y acreditó legalmente la propiedad del predio "San José de Arriba".

8. Sin embargo, una vez que se reanudo el procedimiento de evaluación de impacto ambiental, la Dirección General, determinó NEGAR LA AUTORIZACIÓN EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL a través de la Resolución contenida en el oficio número **SRA/DGIRA/DG-06751-25**, del 04 de septiembre de 2025, en la que se señaló entre otros aspectos que sólo tiene facultades para expedir autorizaciones en materia de impacto ambiental que se refieran a aspectos ambientales de las obras o actividades de que se trate y esta no reconoce o valida la legítima propiedad y/o tenencia de la tierra, de conformidad con el artículo 35, de la LGEEPA.

9. A la fecha se tiene conocimiento que, mediante el oficio número **SRA/DGIRA/DG-06751-25,** del 08 de abril del 2026, se autorizó a la empresa Energía Limpia Miramar, S. de R.L. de C.V., la modificación al proyecto "Parque Fotovoltaico Diego", cuya modificación según se desprende de dicho oficio autoriza la reducción en el número de paneles solares y en consecuencia una reducción de superficie de 361.7837 ha.

En consecuencia, a la fecha el presente proyecto "Proyecto Fotovoltaico San José de Arriba", no presenta ningún traslape con la superficie del proyecto denominado "Parque Fotovoltaico Diego", motivo por el se solicita nuevamente su autorización en materia de impacto ambiental, que impida a la Autoridad evaluadora su pronunciamiento, respecto a los aspectos ambientales del proyecto.

Finalmente, resulta relevante mencionar y bajo protesta de decir verdad, **que a la fecha no se realizó ninguna de las obras y actividades establecidas en la Autorización en materia de Impacto Ambiental referidas en el Capítulo I de la presente MIA-R, debido a que la gestión de trámites y autorizaciones que ante otras Unidades Administrativas se debían obtener, rebasaron los plazos autorizados y contemplados para el desarrollo de las distintas etapas que comprendía el proyecto,** dando lugar nuevamente a que se someta al procedimiento de evaluación del impacto ambiental.

II.3. Ordenamientos Jurídicos Ambientales.

II.3.1. Introducción de Legislación Ambiental.

En materia ambiental, el artículo 27, Constitucional establece que la Nación tendrá en todo tiempo el derecho de dictar las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, 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 su parte, el Artículo 28 de la LGEEPA, como ya se mencionó, prevé un procedimiento de evaluación

VERSIÓN PÚBLICA

del impacto ambiental, a través del cual se establecen 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 ambiente.

Para ello, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las obras o actividades listadas en dicho ordenamiento, como lo es en el presente caso, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental.

En el presente apartado se realizará el análisis de los siguientes instrumentos normativos, así como también se establece la vinculación específica con cada uno de ellos:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Ley General de Vida Silvestre
- Ley de Aguas Nacionales
- Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
- Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
- Ley General de Cambio Climático
- Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones
- Ley del Sector Eléctrico
- Reglamento de la Ley del Sector Eléctrico
- Ley de Planeación y Transición Energética
- Ley Federal de Responsabilidad Ambiental
- Ley para el Fomento de Uso y Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía del Estado de Durango

VERSIÓN PÚBLICA

II.3.2. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Es en el párrafo quinto, del artículo 4o, de nuestra Constitución Federal, en el que se establece que, toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. Así como también establece que el daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quién lo provoque.

Por su parte, el artículo 27, establece que la Nación tendrá en todo tiempo el derecho de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, así como de dictar las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, 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.

De tal forma que el proyecto se somete a procedimiento de evaluación de impacto ambiental, con apego a la legislación en materia ambiental evaluando los impactos del proyecto al ambiente y estableciendo medidas para preservar el equilibrio ecológico.

II.3.3. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

En la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se prevé a la evaluación de impacto ambiental como un instrumento de política ambiental, se establecen las condiciones a que se sujetará la realización de las obras y actividades que puedan causar un desequilibrio ecológico. Los principales artículos con que se vincula el proyecto que nos ocupa se mencionan a continuación.

Tabla II-1 Vinculación del proyecto con la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Artículo	Vinculación
*"…**Artículo 15**.- Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios:* … ***IV.-** 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, promueva o realice acciones de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático y aproveche de manera sustentable los recursos naturales…"*	El presente proyecto sujeto a evaluación de impacto ambiental, se ajusta al cumplimiento del artículo en cita, ya que dentro del cuerpo de la presente MIA-R, se han propuesto acciones y/o medidas para la prevención y mitigación de los posibles impactos ambientales que puedan generarse con el desarrollo del proyecto.

VERSIÓN PÚBLICA

Artículo	Vinculación
*"…**Artículo 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 ambiente.* *Para ello, en los casos 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:* *…* *II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y **eléctrica,*** *…* *VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas,* *…"*	El proyecto consiste en la construcción, operación y mantenimiento de una planta fotovoltaica para la generación de energía eléctrica, con una capacidad de generar una potencia nominal de 680.45 MWn y una capacidad en corriente continua de 816.3 MWp. Para evacuar la energía generada, el proyecto se interconectará con la Línea eléctrica de 400 Kv, propiedad de CFE, que se encuentra cercana al predio del proyecto; asimismo, se requerirá del cambio de uso de suelo. En este sentido, al ubicarse las anteriores obras y actividades dentro de los supuestos jurídicos contenidos en la fracción II y VII del presente artículo y solicitar su autorización, se da cumplimiento al carácter preventivo que prevé el artículo 28, ya que de manera previa a la realización del proyecto se somete a consideración de la Autoridad la presente MIA-R, para obtener la autorización correspondiente.
*"…**Artículo 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.* *… "*	El proyecto se ajusta al precepto establecido en el artículo en cita, ya que para obtener la autorización en materia de impacto ambiental, se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional, en la que se ha incluido una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la implementación del proyecto, así como las estrategias ambientales definidas como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.
*"…**Artículo 35**.- Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días.*	El artículo citado establece de manera general a la Autoridad la forma en que deberá iniciar el procedimiento de evaluación, para lo cual la Secretaría prestará especial atención a que el proyecto se ajuste a lo establecido en la LGEEPA, su Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA) y las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) que le sean aplicables, además de lo que se especifique en los programas de desarrollo urbano (PDU's),

VERSIÓN PÚBLICA

Artículo	Vinculación
Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables. *…* *Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación…"*	los ordenamientos ecológicos del territorio de existir y las declaratorias de áreas naturales protegidas, así como sus programas de manejo (si existen) y deja a salvo algunas otras disposiciones jurídicas, en materia ambiental, que resulten aplicables al proyecto. Al respecto, dichos instrumentos fueron considerados en el desarrollo del presente capítulo de la MIA-R, del proyecto, a fin de evidenciar su cumplimiento.
*"…**Artículo 110.-** Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:* *I.- La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y* *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 ..."*	Una vez definido el proyecto como una actividad tipificada en el aprovechamiento de energías renovables y limpias, conlleva a la reducción de emisiones a la atmósfera para asegurar una calidad del aire satisfactoria, para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico. Lo anterior, da cabal cumplimiento a lo establecido en el artículo citado.
*"…**Artículo 117**.- Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:* *I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país;* *II. Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;* *III. El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la*	En el desarrollo del proyecto no habrá descargas de aguas residuales a cuerpos de agua, en virtud de que, durante las etapas de preparación de sitio y construcción del proyecto, se prevé que las aguas residuales generadas, provenientes de sanitarios portátiles, sean recolectadas por la empresa que otorgue el servicio de los mismos, considerando que en la etapa de operación la generación de estas aguas, serán captadas en fosa séptica debido a que no se cuenta con red de drenaje municipal, con lo cual queda evidenciado que la empresa promovente y el proyecto propuesto, se ajustan a lo establecido en el presente precepto jurídico.

VERSIÓN PÚBLICA

Artículo	Vinculación
responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas…"	
*"…**Artículo 121.-** No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población…"*	
*"…**Artículo 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."*	La empresa especializada prestadora de servicio que será contratada durante el desarrollo del proyecto para la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos generados, se verificará que esté debidamente acreditada y cuente con las autorizaciones correspondientes y en cumplimiento ante las autoridades competentes.
*"…**Artículo 151 BIS. -** Requiere autorización previa de la Secretaría:* *I.- La prestación de servicios a terceros que tenga por objeto la operación de sistemas para la recolección, almacenamiento, transporte, reúso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de residuos peligrosos;* *II.- La instalación y operación de sistemas para el tratamiento o disposición final de residuos peligrosos, o para su reciclaje cuando éste tenga por objeto la recuperación de energía, mediante su incineración, y* *III.- La instalación y operación, por parte del generador de residuos peligrosos, de sistemas para su reusó, reciclaje y disposición final, fuera de la instalación en donde se generaron dichos residuos."*	La empresa especializada prestadora de servicio que será contratada en su momento oportuno, durante el desarrollo del proyecto para la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos generados, deberá estar debidamente acreditada y contar con las autorizaciones correspondientes, situación que será verificada por la promovente, por lo que durante la fase de preparación y construcción se verificará que dichos permisos se encuentren vigentes y en cumplimiento ante las autoridades competentes.

De acuerdo con lo anterior, el proyecto cumple con las disposiciones establecidas en esta Ley, mediante la presentación de la MIA- R ante la Autoridad competente a fin de obtener la autorización en materia de impacto

VERSIÓN PÚBLICA

ambiental, que a su vez obedece al carácter preventivo, además de proponerse medidas preventivas y correctivas para minimizar los impactos ambientales que durante el desarrollo del proyecto se pudiera ocasionar al ambiente.

II.3.4. Reglamento de la Ley general de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental.

Con relación a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se ha vinculado el proyecto con los siguientes artículos de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, tal y como se puede apreciar en la siguiente tabla de vinculación del proyecto con respecto al ordenamiento en comento.

Tabla II-2 Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental.

Artículo	Vinculación
*"…**Artículo 5o.** Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:* *…* ***K) INDUSTRIA ELÉCTRICA:*** *I. Construcción de plantas nucleoeléctricas, hidroeléctricas, carboeléctricas, geotermoeléctricas, eoloeléctricas o termoeléctricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogás, con excepción de las plantas de generación con una capacidad menor o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales;* *II. Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución;* *III. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica, y* *…* ***O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:*** *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*	El proyecto pretende el aprovechamiento de energía solar para la conversión o transformación a energía eléctrica, por lo que, son aplicables las fracciones II y III del inciso K) del artículo 5° del REIA, ya que el proyecto consiste en la construcción, operación y mantenimiento de una planta fotovoltaica para la generación de energía eléctrica. El proyecto tendrá capacidad de generar una potencia nominal de 680.45 MWn y una capacidad en corriente continua de 816.3 MWp. Para evacuar la energía generada, el proyecto se interconectará con la Línea eléctrica de 400 kV, propiedad de CFE; asimismo, se contempla la construcción de una subestación eléctrica elevadora y otra de maniobra. Por lo que mediante el procedimiento de evaluación de impacto ambiental al que se somete a través de esta Manifestación de Impacto Ambiental, el proyecto se ajusta a los supuestos ya referidos; no obstante que el proyecto requiere llevar a cabo el cambio de uso de suelo, actualizándose así el inciso O), del presente proyecto.

VERSIÓN PÚBLICA

Artículo	Vinculación
en predios menores a 1000 metros 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; *(…)*	
*"…**Artículo 10.** Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:* *I. Regional; o* *II. Particular."*	Para someter al procedimiento de evaluación de impacto ambiental el presente proyecto, se presenta una manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional.
*"…**Artículo 11.** Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:* *(…)* *III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada; y.* *(…)"*	Al considerar el presente proyecto diversas obras y actividades se actualiza el supuesto jurídico de referencia, ya que estas se realizarán en una región ecológica determinada en el estado de Durango.
*"…**Artículo 13.** La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:* *I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;* *II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo;* *III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables;* *IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;* *V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;* *VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;* *VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y*	El proyecto cumple con el alcance del precepto reglamentario en cita al estar conformada la presente MIA-R, con la información que se lista en las fracciones I a VIII, pues para aspirar a la viabilidad del proyecto y autorización correspondiente, el promovente de manera previa a cualquier obra y actividad, ha procedido a la elaboración de una Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional, a través de la cual se da a conocer, el impacto ambiental, significativo y potencial que generará la obra y su actividad, así como la forma de evitar o atenuar los mismos dentro del marco de evaluación de impacto ambiental.

VERSIÓN PÚBLICA

Artículo	Vinculación
VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental..."	
*"…**Artículo 44**. Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar:* *Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación;* *II. 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, y* *III. En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente…"*	Con la finalidad de que la autoridad pueda evaluar los aspectos contenidos en el presente artículo, en el apartado IV de la presente MIA-R, se describen las condiciones actuales del sistema ambiental regional, es decir, se han observado en su conjunto los componentes ambientales y no únicamente los del sitio en que se ubicará el proyecto, lo que proporciona los elementos necesarios para determinar de manera general y especifica que tan conservado o perturbado se encuentra dicho sitio. Una vez descrita la caracterización del medio ambiente, se pudieron determinar los posibles impactos que puedan ser ocasionados al entorno natural, en función del tipo de obras y/o actividades que conforman al proyecto y, a su vez, las medidas que atenuarán o minimizarán los impactos que pudieran ser generados, para pronta referencia ver Capítulo IV de la presente MIA-R. Asimismo, durante el procedimiento de evaluación de impacto ambiental se evaluará por la Autoridad las medidas propuestas en la presente MIA-R, así como las que en su caso considere pertinentes se deban implementar una vez que expida la resolución respectiva, las cuales tienen como finalidad evitar, compensar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.
*"…**Artículo 47.** La ejecución de la obra o la realización de la actividad de que se trate, deberá sujetarse a lo previsto en la resolución respectiva, en las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan y en las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables..."*	El proyecto, una vez que sea autorizado, se sujetará a lo dispuesto en la resolución respectiva, en las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan y en las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables, condición que se expresa de antemano en la presente MIA-R, al igual que dicha condición será medible a través de los informes y/o reportes que en el futuro se rindan para efectos de cumplimiento y verificación.
*"…**Artículo 49.** Las autorizaciones que expida la Secretaría sólo podrán referirse a los aspectos ambientales de las obras o actividades de que se trate y su vigencia no podrá exceder del tiempo propuesto para la ejecución de éstas.*	Cuando se obtenga la autorización del proyecto, este quedará supeditado a la vigencia que dentro de la misma se establezca, así como en su momento y bajo las condiciones que establezca la autoridad evaluadora, se dará aviso del

VERSIÓN PÚBLICA

Artículo	Vinculación
Asimismo, los Promoventes deberán dar aviso a la Secretaría del inicio y la conclusión de los proyectos, así como del cambio en su titularidad…"	inicio y conclusión del proyecto y en su caso si fuera necesario un cambio de titularidad.
*"…**Artículo 52.** La Secretaría fijará el monto de los seguros y garantías atendiendo al valor de la reparación de los daños que pudieran ocasionarse por el incumplimiento de las condicionantes impuestas en las autorizaciones.* *En todo caso, el promovente podrá otorgar sólo los seguros o garantías que correspondan a la etapa del proyecto que se encuentre realizando.* *Si el promovente dejara de otorgar los seguros y las fianzas requeridas, la Secretaría podrá ordenar la suspensión temporal, parcial o total, de la obra o actividad hasta en tanto no se cumpla con el requerimiento…"*	En su momento y en caso de emitirse una autorización condicionada para el proyecto, la promovente obtendrá los seguros y garantías a que haya lugar, conforme se dispone por el presente artículo.

El proyecto como ha quedado de manifiesto, es compatible y se ajusta a los artículos en cita, máxime de la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional, para ser evaluado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales a través de la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental y obtener la autorización correspondiente, con lo cual se está dando el cumplimiento de los mismos.

II.3.5. Ley General de Vida Silvestre.

La presente Ley es de orden público y de interés social, reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativas a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción. Debido a su ámbito de aplicación, a continuación, se vincula con el proyecto los artículos que se han considerado guardan relación con el mismo.

Tabla II-3 Vinculación del proyecto con la Ley General de Vida Silvestre.

Artículo	Vinculación
*"… **Artículo 4o**. 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.*	A pesar de que el presente proyecto no pretende desarrollar actividades de aprovechamiento de vida silvestre, para el área donde pretende desarrollarse, se ha propuesto dentro del Capítulo IV, un Programa de rescate y reubicación de Flora y Fauna, donde se dará prioridad a aquellas especies

VERSIÓN PÚBLICA

Artículo	Vinculación
Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados en los términos prescritos en la presente Ley y demás disposiciones aplicables. *Los derechos sobre los recursos genéticos estarán sujetos a los tratados internacionales y a las disposiciones sobre la materia..."*	de baja movilidad y aquellas especies que se encuentren o no dentro de la NOM-059- SEMARNAT-2010.
*"…**Artículo 18.** Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.* *Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat…"*	Para el diseño e implementación del proyecto, no se tiene contemplado en ninguna de sus etapas de desarrollo el aprovechamiento sustentable de ejemplares de fauna silvestre, sus partes o derivados. Asimismo, se prevé la implementación del Programa de Rescate y Reubicación de Flora y de Fauna en el cual se realizarán una serie de medidas para prevenir la afectación o desplazamiento de fauna silvestre por el desarrollo del proyecto. Estas medidas se estructuran en el Capítulo IV de la presente MIA-R.
*"…**Artículo 106.** Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona física o moral que ocasione directa o indirectamente un daño a la vida silvestre o a su hábitat, está obligada a repararlo o compensarlo de conformidad a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.* *Los propietarios y legítimos poseedores de los predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat…"*	La promovente del proyecto considera acciones para el cuidado y conservación de las especies de flora y fauna, destacando que en la presente MIA-R, se propone en el Capítulo IV, los Programas de Rescate y Reubicación, uno de Flora y otro de Fauna, esto a fin de dar cumplimiento al presente artículo y garantizar el bienestar de las especies.

VERSIÓN PÚBLICA

II.3.6. Ley de Aguas Nacionales.

La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. Atendiendo a las características del proyecto, se vincula con las siguientes disposiciones:

Tabla II-4 Vinculación del proyecto con la Ley de Aguas Nacionales.

Artículo	Vinculación
*"…**Artículo 44.** La explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales superficiales o del subsuelo por parte de los sistemas de la Ciudad de México, estatales o municipales de agua potable y alcantarillado, se efectuarán mediante asignación que otorgue "la Autoridad del Agua", en los términos dispuestos por el Título Cuarto de esta Ley.* *(…)* *Las personas que infiltren o descarguen aguas residuales en el suelo o subsuelo o cuerpos receptores distintos de los sistemas municipales de alcantarillados de las poblaciones, deberán obtener el permiso de descarga respectivo, en los términos de esta Ley independientemente del origen de las fuentes de abastecimiento.* *Las descargas de aguas residuales de uso doméstico que no formen parte de un sistema municipal de alcantarillado, se podrán llevar a cabo con sujeción a las Normas Oficiales Mexicanas que al efecto se expidan y mediante aviso…"*	Durante la etapa de preparación de sitio y construcción, se instalarán baños portátiles para los trabajadores, para lo cual las aguas residuales provenientes de dichos sanitarios serán manejadas por la empresa contratada para el manejo de estas aguas.
*"…**Artículo 86 BIS 2**. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición..."*	El promovente dará cumplimiento al artículo en cita ya que, no se realizará el depósito de residuos, basura, materiales o lodos en cuerpos de agua nacional o zonas federales. Para prevenir la contaminación de los cuerpos de agua y sus correspondientes zonas federales se implementarán las acciones establecidas en el Capítulo IV de la presente MIA-R.

II.3.7. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.

VERSIÓN PÚBLICA

Adicionalmente, el proyecto también se vinculará con el presente Reglamento en la tabla que se presenta a continuación:

Tabla II-5 Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.

Artículo	Vinculación
*"…**Artículo 135.-** Las personas físicas o morales que efectúen descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores a que se refiere la "Ley", deberán:* *I. Contar con el permiso de descarga de aguas residuales que les expida "La Comisión", o en su caso, presentar el aviso respectivo a que se refiere la "Ley" y este Reglamento;* *…* *Las descargas de aguas residuales de uso doméstico que no formen parte de un sistema municipal de alcantarillado, se podrán llevar a cabo con sujeción a las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan y mediante un simple aviso…"*	Las descargas, y las aguas residuales como se advierte en el capítulo I de esta MIA-R, serán responsabilidad de la empresa contratada para la prestación de este servicio, en el caso de los sanitarios portátiles, por lo que hace a la operación, se instalará una fosa séptica.

II.3.8. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.

La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho a toda persona a medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como el establecimiento de diversas bases, por lo que el promovente ha observado diversas disposiciones ponderando la siguiente vinculación.

Tabla II-6 Vinculación del proyecto con la LGPGIR.

Artículo	Vinculación
*"**Artículo 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 conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.* *…"*	Se implementará un Programa de Gestión y Control de Residuos en el que se incluye el manejo de residuos peligrosos, las acciones de identificación y clasificación de residuos peligrosos generados durante el desarrollo de las diversas obras manifestadas y acorde a la normatividad aplicable, dando así cumplimiento a dicha disposición.

VERSIÓN PÚBLICA

Artículo	Vinculación
*"…**Artículo 19.-** Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:* *(…)"*	Como se mencionó con antelación, se implementará un Programa de Gestión y Control de Residuos, el cual se detalla en el Capítulo IV de la presente MIA-R, en el que también se han considerado a aquellos residuos de manejo especial a fin de dar cumplimiento a los preceptos legales aplicables.
*"…**Artículo 21.-** Con objeto de prevenir y reducir los riesgos a la salud y al ambiente, asociados a la generación y manejo integral de residuos peligrosos, se deberán considerar cuando menos alguno de los siguientes factores que contribuyan a que los residuos peligrosos constituyan un riesgo:* *I. La forma de manejo;* *II. La cantidad;* *III. La persistencia de las sustancias tóxicas y la virulencia de los agentes infecciosos contenidos en ellos;* *IV. La capacidad de las sustancias tóxicas o agentes infecciosos contenidos en ellos, de movilizarse hacia donde se encuentren seres vivos o cuerpos de agua de abastecimiento;* *V. La biodisponibilidad de las sustancias tóxicas contenidas en ellos y su capacidad de bioacumulación;* *VI. La duración e intensidad de la exposición, y* *VII. La vulnerabilidad de los seres humanos y demás organismos vivos que se expongan a ellos...."*	Con la intención de prevenir y reducir los riesgos a la salud y al ambiente, que pudieran generarse por la producción de residuos durante el desarrollo del proyecto, se implementará un Programa de Gestión y Control de Residuos, en el que se considerarán los factores de riesgo citados, con la finalidad de prevenir cualquier eventualidad ya sea de carácter ambiental o salud humana, tales acciones serán difundidas entre todos y cada uno de los actores participantes en el proyecto.
*"…**Artículo 40.-** Los residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos deben 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.* *En las actividades en las que se generen o manejen residuos peligrosos, se deberán observar los principios previstos en el artículo 2 de este ordenamiento, en lo que resulten aplicables.* *…"*	Durante las diferentes etapas del proyecto se generarán residuos peligrosos como trapos con aceites, estopas, sobrantes de pinturas, solventes, filtros de aceite, etc. La denominación de dichos residuos como peligrosos, parte de la clasificación establecida en la NOM-052-SEMARNAT-2005 Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos (la vinculación formal con dicha norma se presenta posteriormente). En ese sentido es de concluir que el proyecto se desarrollará en concordancia con el artículo en cita.
*"…**Artículo 41.-** Los generadores de residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos, así como los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y*	En cumplimiento con la presente ley y con la finalidad de dar un manejo adecuado y seguro a los residuos generados, se implementará un Programa de Gestión y Control de

VERSIÓN PÚBLICA

Artículo	Vinculación
ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley. *…"*	Residuos, en el que se incluye, las acciones de identificación y clasificación de residuos peligrosos generados durante el desarrollo de las diversas obras manifestadas y acorde a la normatividad aplicable, dando así cumplimiento a dichas disposiciones. Particularmente para dar cumplimiento al presente ordenamiento se determinarán las acciones a realizar y se almacenarán de manera temporal con las características descritas en el Capítulo IV de la presente MIA-R.
*"…**Artículo 42.-** Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos, pueden 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.* *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.* *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.* *…"*	
*"…**Artículo 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…"*	En cuanto al manejo interno se refiere, se identificarán y evitará la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales, con el fin de evitar su contaminación y reacción química que pueda provocar efectos en la salud el ambiente o los recursos naturales, para ello se dará cabal seguimiento a la NOM-054-SEMARNAT-1993 Procedimiento para determinar, la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, cuya vinculación particular se presenta posteriormente.

VERSIÓN PÚBLICA

II.3.9. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. En observancia del presente Reglamento se vincula el proyecto con las siguientes disposiciones.

Tabla II-7 Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGPGIR.

Artículo	Vinculación
***"Artículo 35**, Capítulo I Identificación de Residuos Peligrosos del Título Cuarto Residuos Peligrosos."*	El proyecto da cumplimiento al presente ordenamiento al prever la clasificación de sus residuos peligrosos a partir de lo establecido en la NOM-052-SEMARNAT-2005 *Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos*.
***Artículos 82, 83 y 84,** de la Sección I, Almacenamiento y centros de acopio de residuos peligrosos.*	Durante el desarrollo del proyecto se tiene destinado un área de almacenamiento temporal de los residuos dentro del predio conforme a las características y especificaciones establecidas en las presentes disposiciones.
***Artículos 85 y 86,** de la Sección II, Recolección y Transporte de Residuos Peligrosos …"*	Para las actividades de recolección y transporte externo de los residuos, ésta se llevará a cabo a través de una empresa prestadora de servicios que cuente con la autorización correspondiente.
***"Artículo 87**.- Los envases que hayan estado en contacto con materiales o residuos peligrosos podrán ser reutilizados para contener el mismo tipo de materiales o residuos peligrosos u otros compatibles con los envasados originalmente, siempre y cuando dichos envases no permitan la liberación de los materiales o residuos peligrosos contenidos en ellos. (…)"*	La vinculación del proyecto con estos artículos, se encuentra relacionada con las actividades de recolección y transporte externo de los residuos, ésta se llevará a cabo a través de una empresa prestadora de servicios de la que se cerciorará la promovente que cuente con la autorización correspondiente para prestar los mismos. Asimismo, se menciona que dichas disposiciones resultan aplicables para su observancia y cumplimiento por la empresa prestadora de servicios que en su momento se contrate por el promovente del proyecto.
*"…**Artículo 88.-** La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas que establezcan los criterios y procedimientos técnicos para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo, con la finalidad de evitar mezclas. En tanto no se expidan esas normas oficiales mexicanas, los interesados podrán efectuar los análisis correspondientes para determinar dicha incompatibilidad conforme a la Ley Federal de Metrología y Normalización."*	

VERSIÓN PÚBLICA

Artículo	Vinculación
Artículos 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98 y 99, *de la Sección V, Disposición final de residuos peligrosos*	El promovente contará con los manifiestos de disposición de residuos peligrosos correspondientes con el fin de comprobar que la disposición final de los residuos peligrosos generados por la empresa prestadora de servicios en sitios debidamente autorizados conforme a lo establecido en los presentes lineamientos.

II.3.10. Ley General de Cambio Climático.

La Ley General de Cambio Climático fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012 y establece la creación de diversos instrumentos de política pública, entre ellos, el Registro Nacional de Emisiones (RENE) que permitirá compilar la información necesaria en materia de emisión de Compuestos y Gases Efecto Invernadero (CyGEI) de los diferentes sectores productivos del país para dar trazabilidad, evaluar tendencias y establecer estrategias nacionales de reducción de emisiones. Un registro de emisiones les permitirá a las empresas e industrias identificar sus fuentes de emisión con el objetivo de reducir su huella de carbono, generar oportunidades de negocio y ser más competitivos. En observancia de la citada Ley, se ha vinculado el proyecto con las disposiciones legales siguientes:

Tabla II-8 Vinculación del proyecto con la Ley General de Cambio Climático.

Artículo	Vinculación
*"…**Artículo 1o**. La presente ley es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. 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."*	Tal como señala el artículo en cita, la presente ley es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Por tanto, en observancia del presente ordenamiento jurídico se presenta la vinculación del proyecto con la Ley General de Cambio Climático y su Reglamento.
"…Artículo 2o. *Esta Ley tiene por objeto:* *I. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios 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;*	El proyecto se adhiere al cumplimiento de los objetivos señalados por el artículo en cita, puesto que se ajustará a la política nacional y estatal en materia de cambio climático, se ajustará a las normas oficiales mexicanas e instrumentos jurídicos en materia de emisiones a la atmósfera durante las etapas de preparación de sitio y construcción del proyecto, buscará implementar las

VERSIÓN PÚBLICA

Artículo	Vinculación
II. Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para que México contribuya a lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenos peligrosas en el sistema climático considerando, en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma; *II. Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático;* *IV. Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno;* *V. Fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático;* *VI. Establecer las bases para la concertación con la sociedad;* *VII. Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable, de bajas emisiones de carbono y resiliente a los fenómenos hidrometeorológicos extremos asociados al cambio climático, y* *VIII. Establecer las bases para que México contribuya al cumplimiento del Acuerdo de París, que tiene entre sus objetivos mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de 2 °C, con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir con los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1.5 °C, con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático."*	mejores técnicas y prácticas existentes con el fin de prevenir y reducir los posibles efectos adversos, que por la ejecución del proyecto, pudieran contribuir al cambio climático.
*"…**Artículo 28.** 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:* *(…)* *V. Energía, industria y servicios;* *(…)"*	Como se observa en dicha disposición legal, corresponde a una atribución y obligación a cargo de las Autoridades en el ámbito de su competencia, siendo éstas las competentes para ejecutar las acciones necesarias para la política nacional de adaptación frente al cambio climático, por cuanto hace a ecosistemas y biodiversidad. No obstante, el proyecto implementará las mejores prácticas y equipos de trabajo con tecnología limpia que minimice las emisiones de gases a la atmósfera,

VERSIÓN PÚBLICA

Artículo	Vinculación
	principalmente durante las etapas de preparación de sitio y construcción, ya que durante la operación del proyecto no se generarán emisiones a la atmósfera por el mismo.
*"…**Artículo 34.** 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:* *I. Reducción de emisiones en la generación y uso de energía:* *a) Fomentar prácticas de eficiencia energética y promover el uso de fuentes renovables de energía; así como la transferencia de tecnología de bajas en emisiones de carbono, de conformidad con la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento para la Transición Energética.* *…* *e) Fomentar la utilización de energías renovables para la generación de electricidad, de conformidad con la legislación aplicable en la materia.* *…"*	En este sentido, el proyecto coadyuvará con la mitigación del cambio climático al ser una tecnología renovable de emisiones cero durante su operación y particularmente la energía solar, para la generación de electricidad. Cabe mencionar que en las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se generarán emisiones de gases de efecto invernadero, no obstante, para su reducción y mitigación se implementarán las medidas establecidas en el Capítulo IV de la presente MIA-R.
*"…**Artículo 88.** Las personas físicas y morales responsables de las fuentes sujetas a reporte están obligadas a proporcionar la información, datos y documentos necesarios sobre sus emisiones directas e indirectas para la integración del Registro."*	El artículo en comento, se vincula con el proyecto, ya que, en el desarrollo del mismo, se generarán emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero por la operación de motores de combustión interna pertenecientes al uso de maquinaria, generación que será de forma temporal y no permanente y en caso de ser necesario, considerando las emisiones que se pudieran generar, serán reportadas ante la Autoridad competente.

VERSIÓN PÚBLICA

II.3.11. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones.

El Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones tiene por objeto regular los establecimientos sujetos a reporte por la generación de gases de efecto invernadero, dichos establecimientos quedan definidos en el presente reglamento como sigue.

Tabla II-9 Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia de Registro de Emisiones.

Artículo	Vinculación
*"…**Artículo 2.** Para los efectos del presente Reglamento, se considerarán las definiciones contenidas en el artículo 3 de la Ley, así como las siguientes:* *…* *VI. Establecimiento Sujeto a Reporte: El conjunto de Fuentes Fijas y Móviles con las cuales se desarrolla una actividad productiva, comercial o de servicios, cuya operación genere Emisiones Directas o Indirectas de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero. Las expresiones "fuentes que deberán reportar" y "fuentes sujetas a reporte" a que se refieren los artículos 87 y 88 de la Ley, se entenderán como Establecimientos Sujetos a Reporte;* *…"*	Las principales emisiones a la atmósfera que generará el proyecto serán por el uso de equipos y maquinaria empleados en las etapas de preparación de sitio y construcción. Se tendrá especial cuidado en que dichas emisiones no sobrepasen los niveles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas que resulten aplicables. De acuerdo con lo establecido en el artículo 6 del instrumento en cita, *"el umbral a partir del cual los Establecimientos Sujetos a Reporte, identificados conforme a los artículos 3 y 4 del presente Reglamento, deben presentar la información de sus Emisiones Directas o Indirectas, será el que resulte de la suma anual de dichas Emisiones, siempre que tal resultado sea igual o superior a 25,000 Toneladas de Bióxido de Carbono Equivalente".* En este sentido es necesario precisar que el proyecto no rebasará el umbral establecido en dicho artículo pues únicamente se generarán emisiones en la etapa constructiva del proyecto. Por tanto, queda exento de las obligaciones señaladas en el presente Reglamento para los Establecimientos Sujetos a Reporte.
***"…Artículo 4.** Las actividades que se considerarán como Establecimientos Sujetos a Reporte agrupadas dentro de los sectores y subsectores señalados en el artículo anterior, son las siguientes:* *I. Sector Energía:* *a. Subsector generación, transmisión y distribución de electricidad.* *a.1. Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica,* *…* *Las actividades previstas en las fracciones I y III del presente artículo calcularán y reportarán sus Emisiones Directas o Indirectas por instalación.* *La Secretaría, mediante Acuerdo que publique en el Diario Oficial de la Federación podrá definir aspectos técnicos que permitan identificar a detalle las actividades específicas que, conforme al presente artículo, se consideran como Establecimientos Sujetos a*	

VERSIÓN PÚBLICA

Artículo	Vinculación
Reporte, aun cuando, conforme a otras disposiciones jurídicas, no estén obligadas a proporcionar información sobre sus Emisiones o descargas a través de la Cédula de Operación Anual ante la Secretaría, pero que en su realización emitan, de manera directa o indirecta, Gases o Compuestos de Efecto Invernadero. *…"*	
***"…Artículo 9.** Los Establecimientos Sujetos a Reporte, tendrán las siguientes obligaciones:* *I. Identificar las Emisiones Directas de Fuentes Fijas y Móviles, conforme a la clasificación de sectores, subsectores y actividades contenidas en los artículos 3 y 4 del presente Reglamento;* *II. Identificar las Emisiones Indirectas asociadas al consumo de energía eléctrica y térmica;* *III. Medir, calcular o estimar la Emisión de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero de todas las Fuentes Emisoras identificadas en el Establecimiento aplicando las metodologías que se determinen conforme al artículo 7 del presente Reglamento;* *IV. Recopilar y utilizar los datos que se especifican en la metodología de medición, cálculo o estimación que resulte aplicable, determinada conforme al artículo 7 del presente Reglamento;* *V. Reportar anualmente sus Emisiones Directas e Indirectas, a través de la Cédula de Operación Anual, cuantificándolas en toneladas anuales del Gas o Compuesto de Efecto Invernadero de que se trate y su equivalente en Toneladas de Bióxido de Carbono Equivalentes anuales;* *VI. Verificar obligatoriamente la información reportada, en los términos del presente Reglamento, a través de los Organismos previstos en el presente Reglamento, y* *VII. Conservar, por un período de 5 años, contados a partir de la fecha en que la Secretaría haya recibido la Cédula de Operación Anual correspondiente, la información, datos y documentos sobre sus Emisiones Directas e Indirectas así como la utilizada para su medición, cálculo o estimación…"*	

VERSIÓN PÚBLICA

II.3.12. Ley del Sector Eléctrico.

La Ley del Sector Eléctrico se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 18 de marzo de 2025 y tiene por objeto regular la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, el Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica, así como las demás actividades del sector eléctrico; su finalidad es, entre otras, impulsar el desarrollo sostenible del sector eléctrico con la responsabilidad social, económica y medioambiental del sector público, el sector social y el sector privado, además de promover las acciones en materia de Justicia Energética, uso de fuentes de energías limpias y de transición energética.

Por la naturaleza del proyecto que se somete a evaluación a través de la presente MIA-R, el cual consiste en la construcción y operación de una planta generadora de energía eléctrica por medio de la radiación solar, se determinó que encuentra vinculación con lo establecido por la Ley del Sector Eléctrico.

En anuencia al artículo 3 fracción XXI de esta Ley, el proyecto propuesto se considera como una fuente generadora de energía limpia, tal como se contempla de la literalidad de dicho precepto legal, el cual a la letra señala:

> *"…Artículo 3.- Para los efectos de esta Ley, se entenderá por:*
>
> *XXI. Energías Limpias: Aquellas fuentes de energía y procesos de generación de electricidad cuyas emisiones o residuos, cuando los haya, no rebasen los umbrales establecidos en las disposiciones reglamentarias que para tal efecto se expidan. Entre las Energías Limpias se consideran las siguientes:*
>
> *(…)*
>
> *b) La radiación solar, en todas sus formas;"*

En razón de lo anterior, se concluye que la Ley en comento, debe ser considerada parte del marco normativo al que deben sujetarse las obras y/o actividades propuestas para el desarrollo del proyecto, por lo que a continuación se presenta la vinculación con los principales artículos de esta ley que tienen una directa aplicación a la ejecución de dicho proyecto:

Tabla II-10 Vinculación del proyecto con la Ley del Sector Eléctrico.

Artículo	Vinculación
*"**Artículo 2.-** El sector eléctrico comprende las actividades de generación, almacenamiento, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica, así como, la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, la operación del Mercado Eléctrico Mayorista, y la proveeduría de insumos primarios para el sector eléctrico. Las actividades del sector eléctrico son de interés público.*	El proyecto consiste en la generación, transformación, distribución de energía eléctrica a partir la captación de radiación solar por medio de paneles fotovoltaicos por lo que el promovente dará cabal cumplimiento a lo establecido en la presente Ley.

VERSIÓN PÚBLICA

Artículo	Vinculación
(…)"	
*"…**Artículo 19**.- Todas las Centrales Eléctricas con capacidad igual o mayor a 0.7 MW deben contar con permiso de generación vigente en los términos establecidos en esta Ley.* *Las Centrales Eléctricas con capacidad menor a 0.7 MW son Generadoras Exentas y no requieren permiso para generar energía eléctrica.* *Las Centrales Eléctricas de cualquier capacidad que sean destinadas exclusivamente al uso propio en emergencias o durante interrupciones en el Suministro Eléctrico de Centros de Carga conectados a la Red Nacional de Transmisión o las Redes Generales de Distribución no requieren permiso."*	Considerando que la capacidad de generación programada para el proyecto es mayor a 0.7 MW (ver capítulo I de la presente MIA-R), el promovente obtendrá el permiso otorgado por la CNE para generar energía. Adicionalmente dará cumplimiento a las condiciones y permisos que establezca la CNE, así como aquellas en materia de eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad establecidos por la Secretaría de Energía.
Artículo 136.-** La Empresa Pública del Estado o los interesados en desarrollar Proyectos de Infraestructura eléctrica deben elaborar y presentar a la Secretaría la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético que debe ser elaborada con un enfoque participativo, aplicando de manera transversal una perspectiva de género y respetando y protegiendo los derechos humanos.* ***TRANSITORIOS *(…)* ***Noveno**. A la entrada en vigor de la presente Ley, todos los permisos, contratos o cualquier instrumento o acto administrativo otorgados al amparo de la Ley de la Industria Eléctrica continúan surtiendo sus efectos hasta la terminación de su vigencia, rigiéndose conforme a los términos en los que fueron otorgados bajo la Ley de la Industria Eléctrica y a las disposiciones vigentes al momento de su formalización. Dichos instrumentos no deben ser prorrogados una vez que concluya su vigencia.* *Las personas titulares de los permisos, contratos o cualquier instrumento o acto administrativo otorgados, pueden solicitar la migración a las figuras de la presente Ley.*	Al respecto, se hace del conocimiento de la autoridad que en su momento y dados los antecedentes del presente proyecto, el promovente presentó la Evaluación de Impacto Social correspondiente, por lo que dicha EvIS, se desarrolló conforme a la entonces vigente Ley de la Industria Eléctrica y su Reglamento, es decir previo a la reforma energética del 18 de marzo de 2025. Razón por la cual, se cuenta con el resolutivo contenido en el oficio 117.-DGISOS.534/19, del 22 de mayo del 2019, emitido por la entonces Dirección General de Impacto Social y Ocupación Superficial, mediante el cual, tuvo por cumplida la presentación de la Evaluación del Impacto Social, por lo que, en su momento el promovente dio cumplimiento a sus obligaciones en materia de impacto social y conforme a lo establecido en el artículo Transitorio NOVENO, el referido acto administrativo actualmente cuenta con vigencia por lo que, continúa surtiendo sus efectos, no obstante lo anterior, se presente como anexo al presente Capítulo y como evidencia la resolución correspondiente.

VERSIÓN PÚBLICA

Artículo	Vinculación
Para ello, la Secretaría debe emitir los lineamientos que regulen el procedimiento expedito de migración e instruir a las instituciones del sector a implementar una ventanilla única que facilite su tramitación a través de estrategias o programas que comprendan la simplificación administrativa y agilidad técnica.	

II.3.13. Reglamento de la Ley del Sector Eléctrico.

En congruencia con el numeral anterior, es de vital observancia el Reglamento de la Ley del Sector Eléctrico toda vez que dicho instrumento tiene por objeto reglamentar las disposiciones de la Ley del Sector Eléctrico que regulan la planeación y el Control Operativo del Sistema Eléctrico Nacional, la generación, el almacenamiento y la comercialización de energía eléctrica, el Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica y las demás actividades del sector eléctrico. En este sentido, se presenta la vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley del Sector Eléctrico.

Tabla II-11 Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley del Sector Eléctrico.

Artículo	Vinculación
Artículo 19. Los permisos y autorizaciones que, conforme a la Ley pueden otorgarse, son los siguientes: *En el caso de la CNE:* *I. Permiso de generación de energía eléctrica para: a) b) Autoconsumo, y Generación para el Mercado Eléctrico Mayorista. Estos permisos pueden comprender la modalidad de cogeneración.* *II. Permiso de comercialización, en las siguientes modalidades:* *a) Suministradora de Servicios Básicos;* *b) Suministradora de Último Recurso;* *c) Suministradora de Servicios Calificados, y* *III. Permiso de almacenamiento de energía eléctrica.*	El promovente en su momento tramitará el permiso correspondiente otorgado por la CNE para generación, transmisión, distribución y comercialización. Adicionalmente, el promovente adoptará las medidas conducentes para el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas y demás especificaciones establecidas por la CNE para el desarrollo de las actividades planteadas por el proyecto. Por otro lado, y en relación con la Manifestación de Impacto Social, dado que el proyecto se comenzó a planificar desde el año 2018, en su momento se presentó la Evaluación de Impacto Social correspondiente, por lo que se cuenta con el resolutivo contenido en el oficio 117.-DGISOS.534/19, del 22 de mayo del 2019, tal como se ha mencionado con anterioridad. De este modo, se concluye que, el Proyecto no requirió la presentación de una Manifestación de Impacto Social del

VERSIÓN PÚBLICA

Artículo	Vinculación
En el caso de la Secretaría, son las autorizaciones siguientes: *I. Importación;* *II. Exportación. y* *III. Manifestación de Impacto Social del Sector Energético.*	Sector Energético, dado que dicho instrumento no se encontraba vigente, por lo que, conforme a lo establecido en el artículo Transitorio Noveno, el citado resolutivo aún conserva su vigencia.

II.3.14. Ley de Planeación y Transición Energética.

La Ley que a continuación se vincula, tiene por objeto regular el aprovechamiento sustentable de la energía así como las obligaciones en materia de Energías Limpias y de reducción de emisiones contaminantes de la Industria Eléctrica, manteniendo la competitividad de los sectores productivos; entendiéndose como aprovechamiento sustentable de la energía el uso óptimo de la energía en todos los procesos y actividades para su explotación, producción, transformación, distribución y consumo, incluyendo la Eficiencia Energética. En la siguiente tabla se vincularán los numerales donde nuestro proyecto se ajusta a las disposiciones de la presente Ley.

Tabla II-12 Vinculación del proyecto con la Ley de Transición Energética.

Artículo	Vinculación
*"…**Artículo 3.-** Para efectos de la interpretación y aplicación de la presente Ley, se deben entender los conceptos y las definiciones, en singular o plural, previstas en la Ley del Sector Eléctrico, la Ley del Sector Hidrocarburos, la Ley de Biocombustibles, la Ley de Geotermia y en las siguientes definiciones::* *(…)* *XVI. Energías Renovables: Aquellas cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable que se regeneran naturalmente o con capacidad de regeneración a escala del tiempo del ser humano. Se consideran fuentes de Energías Renovables las que se enumeran a continuación:* *(…)* *b) La radiación solar, en todas sus formas; …"*	La presente Ley es de observancia para el proyecto y es coadyuvante al cumplimiento de la misma, toda vez que hará uso de la energía solar, la cual es considerada una forma de energía renovable.

VERSIÓN PÚBLICA

II.3.15. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

La presente Ley regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.

De las disposiciones legales contenidas en la presente Ley, es de resaltarse que se regulan las obligaciones derivadas de los daños ocasionado al ambiente razón por la que el presente proyecto se vincula con las siguientes disposiciones.

Tabla III. 14 Vinculación del proyecto con la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

Artículo	Vinculación
"…Artículo 6.- *No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de:* *I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que,* *II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas…"*	En atención a la presente disposición legal y al Principio de Precautorio[1], ya que, de manera preventiva, se somete a revisión la presente Manifestación de Impacto Ambiental, en su modalidad Regional, a través del cual se identificaron los posibles impactos que se pudieran generar al ambiente en virtud de la implementación del presente proyecto, así como las debidas medidas de prevención, mitigación y compensación, en aras de procurar un equilibrio ecológico y garantizar la menor afectación a los servicios ambientales presentes en el Sistema Ambiental Regional considerado como área de estudio en la presente MIA-R, para lo anterior se dará cabal cumplimiento a los límites y parámetros máximos permisibles establecidos en la legislación ambiental aplicable y su normatividad.
*"…**Artículo 10.-** Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley.*	A efecto de no contravenir la presente disposición legal indicada por el artículo en cita, una vez que se obtenga de manera preventiva la autorización en materia de impacto ambiental para el proyecto, el mismo se ajustará a la resolución que la autoridad emita; no obstante, en caso de generar algún daño al ambiente, la promovente reparará el

[1] Principio 15 de la Declaración de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo.

VERSIÓN PÚBLICA

Artículo	Vinculación
De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente."	daño o compensará el mismo en los términos que la autoridad determine.
*"…**Artículo 11.-** La responsabilidad por daños ocasionados al ambiente será subjetiva, y nacerá de actos u omisiones ilícitos con las excepciones y supuestos previstos en este Título.* *En adición al cumplimiento de las obligaciones previstas en el artículo anterior, cuando el daño sea ocasionado por un acto u omisión ilícitos dolosos, la persona responsable estará obligada a pagar una sanción económica.* *Para los efectos de esta Ley, se entenderá que obra ilícitamente el que realiza una conducta activa u omisiva en contravención a las disposiciones legales, reglamentarias, a las normas oficiales mexicanas, o a las autorizaciones, licencias, permisos o concesiones expedidas por la Secretaría u otras autoridades".*	El proyecto encuentra concordancia con el artículo de cuenta, ya que con la finalidad de no realizar acciones que pudieran ser ilícitas y den lugar a una responsabilidad por daños ocasionados al ambiente, es que el proyecto se somete al procedimiento de evaluación del impacto ambiental de carácter preventivo, para obtener la autorización en la que la autoridad precisará las obras y actividades autorizadas, así como en su caso, las condiciones a que se sujetarán las mismas; por lo que una vez que sea expedida dicha autorización, el promovente se ajustará a la misma.

II.3.16. Ley para el Fomento, de Uso y Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía del Estado de Durango y sus Municipios.

Si bien es cierto que la presente ley es de corte Estatal, propiamente del Estado de Durango cabe acotar que es de gran trascendencia para nuestro proyecto, pues aborda puntos que resultan torales con las características del mismo, aunado a lo anterior se indica que por la circunscripción territorial donde se encuentra nuestro proyecto, mismo que es el estado de Durango, nos crea firme y clara convicción que resulta a todas luces aplicable; sin más preámbulos esta ley tiene el objeto de establecer las bases para fomentar y promover el aprovechamiento y el desarrollo de energías renovables en el Estado, mismo ordenamiento que vinculamos con nuestro proyecto como se observa en la siguiente tabla.

Tabla II-13 Vinculación del proyecto con la Ley para el Fomento, Uso y Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía del Estado de Durango.

Artículo	Vinculación
*"…**Artículo 2.-** Con el propósito de complementar el objeto de la presente Ley, el Ejecutivo Estatal celebrará acuerdos y convenios de coordinación con el Ejecutivo Federal y con otras Entidades Federativas, para:*	Como se puede apreciar, las características del presente proyecto, coadyuvan con el contenido del numeral citado, pues al ser una actividad cuyo objetivo es la creación de energías renovables, es razón por la cual podría ser

VERSIÓN PÚBLICA

Artículo	Vinculación
I. Promover acciones de apoyo al desarrollo industrial para el aprovechamiento de las energías renovables; *II. Facilitar el acceso a aquellas zonas con un alto potencial de fuentes de energías renovables para su aprovechamiento y promover la compatibilidad de los usos del suelo para tales fines;* *III. Establecer regulaciones de uso del suelo y de construcciones, que tomen en cuenta los intereses de los propietarios o poseedores de terrenos para el aprovechamiento de las energías renovables; y* *IV. Simplificar los procedimientos administrativos para la obtención de permisos y licencias para los proyectos de aprovechamiento de energías renovables …"*	acogido a la totalidad de beneficios que establece el numeral en comento, a favor de nuestro proyecto.
*"…**Artículo 38.-** Con el objeto de promover el uso de las fuentes de energía renovables, el titular del Ejecutivo y los municipios, en el ámbito de sus atribuciones y competencia, llevarán a cabo las siguientes acciones* *…* *II. Impulsar, en el ámbito de su competencia, la implementación de los medios alternos de energía renovable, tales como* *…* *a) Energía Solar, consistente en aprovechar la energía calorífica y fotovoltaica proveniente de las emisiones de luz y calor solares.* *…"*	Concatenado el anterior numeral con el actualmente vinculado, podemos concluir que la idea, es promover y facilitar la creación y uso de energías renovables, y dadas las características de nuestro proyecto al tratarse de la captación de la luz solar a través de paneles para la generación de energía eléctrica, se tiene entonces la generación de una energía renovable a la que se hace referencia en el presente artículo, por lo que el proyecto que nos ocupa, es congruente y compatible con las acciones pretendidas por el Estado de Durango en la implementación de medios alternos de energía renovable como lo es la solar.

II.4. Instrumentos de Política Ambiental en el ámbito Internacional.

México ha suscrito una serie de acuerdos internacionales con la finalidad de contribuir a contener y mitigar los efectos del calentamiento global y cambio climático, entre los cuales, destacan el Protocolo de Montreal, la Convención marco de las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático, el Protocolo de Kioto y el Acuerdo de París, los cuales, tienen como objetivo establecer un sistema internacional de monitoreo de sustancias nocivas para la capa de ozono, estabilizar las concentraciones de GEI en la atmósfera y reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO_2), gas metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), además de tres gases industriales fluorados: Hidrofluorocarbonos

VERSIÓN PÚBLICA

(HFC's), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF6), y mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2º C.[2]

II.4.1. Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Acuerdo de París sobre Cambio Climático.

Los compromisos climáticos del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y el Acuerdo de París sobre Cambio Climático (APCC) de estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera para mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de los 2°C están incumpliéndose. Las emisiones globales de GEI, han presentado un incremento gradual considerable en las últimas décadas. Consecuencia de las altas emisiones de países como China, Estados Unidos, India, Rusia, Japón, Brasil, Indonesia, Irán, Alemania, Canadá, Corea del Sur y México, quienes concentran el 68.1% de las emisiones globales al 2018, la mayoría miembros del grupo G20 (Banco Mundial, 2018).

México ocupa el lugar número 12 a nivel internacional y el segundo lugar en Latinoamérica en emisiones de GEI en 2018 (Banco Mundial, 2018). Las emisiones del país se incrementaron en 222.9% de 1970 a 2018, al pasar de 210,547.9 a 679,880.0 (kt de equivalente de CO2), presentando un incremento del 11.6% en el periodo 2006–2018, contrario a países como Estados Unidos (–10.2%), Alemania (–13.7%) y Japón (–6.0%) que han mantenido un decremento en los últimos 12 años, alejándolo de cumplir los objetivos de los acuerdos firmados (Banco Mundial, 2018).[3]

La Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA, por sus siglas en inglés) señala que las energías solar y eólica deben ser prioritarias en el sector energético. Esto responde al objetivo de limitar el calentamiento global a un máximo de 1,5 °C, como se estableció en el Acuerdo de París celebrado en 2015.

En este tenor, el informe titulado Mirada Global sobre las Transiciones Energéticas 2022, prevé que aun cuando ninguna fuente de energía, incluso las renovables, está totalmente libre de impactos ambientales, la energía solar presenta uno de los más bajos entre todas las fuentes disponibles, por lo que el presente proyecto contribuirá a disminuir los efectos del calentamiento global y contribuye con los compromisos adquiridos por México.

II.4.2. Protocolo de Montreal y Protocolo de Kioto.

[2] SIGNOS VITALES, EL PULSO DE MÉXICO (2022), *Cambio Climático y Acuerdos Internacionales*. Disponible en: https://signosvitalesmexico.org.mx/rb/wp-content/uploads/2022/06/Acuerdos-internacionales.pdf#:~:text=M%C3%A9xico%20ha%20suscrito%20una%20serie%20de%20acuerdos%20internacionales,muy%20por%20debajo%20de%202o%20C%20%28Tabla%201%29.

[3] *Ibid.*

VERSIÓN PÚBLICA

México se comprometió en el protocolo de Montreal a establecer un sistema internacional de monitoreo de sustancias nocivas para la capa de ozono y en conjunto con el Protocolo de Kioto, a reducir las emisiones de GEI (CO2, CH4, N2O, HFC´s, PFC y SF6) en promedio, en un 5.2% en su primer periodo de compromiso (2008–2012), objetivo ambicioso y muy alejado de la realidad. Aunque las emisiones de GEI presentaron una disminución considerable del año 1990 al 2000, éstas han mantenido una tendencia al alza a partir del 2001 y hasta el 2019 (INECC, 2021).

Las emisiones de GEI del país presentan un incremento de 67,275.5 Gigatoneladas de CO2 (Gg equivalentes de CO2) de 1990 a 2019, con una tasa de crecimiento promedio anual (TCPA) del 2.1% (periodo 2001–2019) (INECC, 2021). En el periodo 2001–2019, los niveles de CO2 tienen una TCPA de 2.5%, el CH4 de 1.3%, N2O de 1.7%, HFCs de 16.0%, PFCs de 36.0%, NF3 de 10.7% y SF6 de 9.8%. Los gases CO2 (con un aporte promedio anual arriba del 60%), CH4 (mayor al 30%) y N2O (cerca del 10%) (INECC, 2021). Si se considera el compromiso de México, de reducir 5.2% las emisiones, no sólo no se disminuye la emisión, sino que éstas se han incrementado gradualmente en las últimas 2 décadas (INECC, 2021). México no está cumpliendo con los compromisos adquiridos en el Protocolo de Montreal y de Kioto.[4]

El presente proyecto, como fuente renovable, la principal ventaja de generar energía eléctrica a través de energía solar fotovoltaica, es la baja emisión de gases de efecto invernadero; según los estudios, no se puede decir que la fuente tenga cero emisiones teniendo en cuenta la energía consumida para la producción de los paneles y otros equipos fotovoltaicos. Pero una vez en funcionamiento, un sistema fotovoltaico puede compensar su huella de carbono en poco tiempo, por lo tanto, el presente proyecto contribuye en la generación de menos emisiones.

II.5. Ordenamientos Territoriales.

Los instrumentos de ordenamiento territorial tienen por objeto la planificación y gestión para el uso del territorio como medio para alcanzar la sostenibilidad ambiental, social y económica. Es decir, estos instrumentos buscan que las actividades realizadas en el territorio de estudio puedan utilizar los recursos de este sin rebasar su capacidad de regeneración de una manera rentable y viable. De manera general existen dos tipos de ordenamientos territoriales, los enfocados a la planeación urbana y los dirigidos a la política ambiental. En este apartado se evidencia la observancia y congruencia del proyecto con los lineamientos, criterios, estrategias y políticas marcadas en los instrumentos de ordenamiento territorial aplicables. Los instrumentos analizados y vinculados con el proyecto son los siguientes:

- **Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT);**
- **Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango (POEED); y**

[4] *Ibid.*

VERSIÓN PÚBLICA

- **Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Lerdo, Durango.**

II.5.1. Programa de Ordenamiento General del Territorio (POEGT).

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2012. Tiene el propósito de regionalizar ecológicamente el territorio nacional en su conjunto, para poder determinar claramente los lineamientos y estrategias ecológicas que preserven, protejan, restauren y propicien el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a través de acciones coordinadas e integrales entre los distintos niveles de gobierno y la sociedad, que permitan la articulación de las políticas, programas y acciones para enfrentar los retos en materia ambiental, frenar el deterioro y avanzar en la conservación y aprovechamiento sustentable del territorio nacional. El Acuerdo por el que se expide el POEGT, establece, entre otros puntos, lo siguiente:

El POEGT es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y vinculará las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática, quienes deberán observarlo en sus programas operativos anuales, en sus proyectos de presupuestos y en sus programas de obra pública.

El POEGT promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la Administración Pública Federal –a quienes está dirigido este Programa- que permite generar sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el territorio nacional.

Por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objetivo autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región.

De lo anterior se desprende que le corresponde a la Administración Pública Federal, y a las entidades Paraestatales, la formulación e instrumentación del POEGT; no obstante a ello, y a la escala en la que se presentan las Unidades Ambientales Biofísicas (17:2,000,000), se llevó a cabo la revisión de este instrumento de planeación identificando que el proyecto se encuentra en **la UAB 27, Región 9.24, denominada "SIERRAS TRANSVERSALES", con Política Ambiental corresponde a Aprovechamiento Sustentable**, como se aprecia en la siguiente figura, con políticas ambientales de aprovechamiento sustentable.

VERSIÓN PÚBLICA

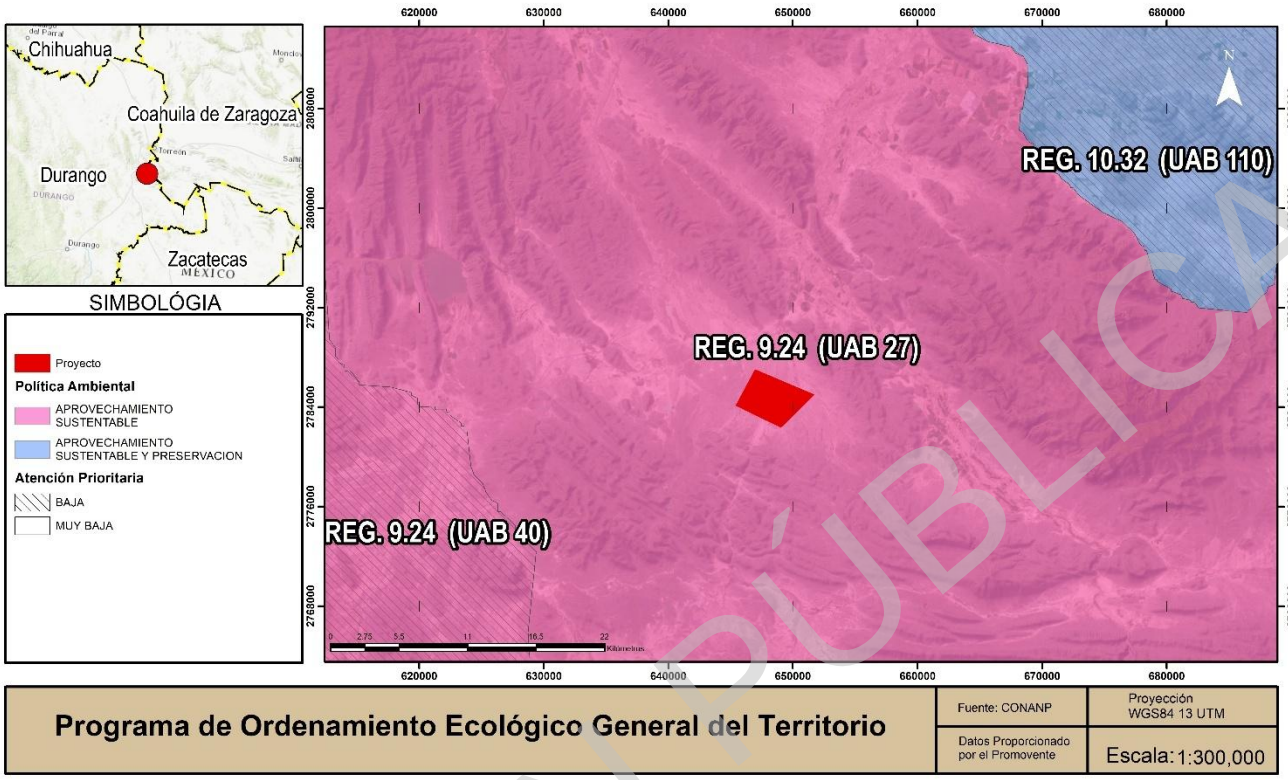


Figura II-1 Ubicación del predio del proyecto con respecto al POEGT.

En la siguiente tabla, se incluyen las estrategias, políticas y los rectores, coadyuvantes y asociados del desarrollo que son aplicables al proyecto.

Tabla II-14 Políticas y estrategias establecidas para la UAB aplicable.

UAB/Región	Rectores del Desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Política Ambiental	Estrategias sectoriales
UAB 27 Región 9.24	GANADERÍA MINERÍA	AGRICULTURA FORESTAL	POBLACIONAL	CFE SCT	APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 19, 20, 27, 28, 29, 30, 33, 34, 35 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44

Las estrategias ecológicas delimitadas en el POEGT y definidas como los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el territorio nacional, se implementarán a partir de una serie de acciones que cada uno de los sectores

VERSIÓN PÚBLICA

en coordinación con otros sectores deberán llevar a cabo, con base en lo establecido en sus programas sectoriales o el compromiso que asuman dentro del Grupo de Trabajo Intersecretarial para dar cumplimiento a los objetivos de este POEGT.

En este sentido, se incluyeron tres grandes grupos de estrategias: las dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, las dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y las dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional. Cabe señalar que ninguna de estas estrategias es contravenida por el desarrollo del proyecto, así como tampoco sus lineamientos. Por el contrario, el proyecto coadyuvará al cumplimiento de estos pues se prevé su realización de manera sustentable. Esto se evidencia a partir de la vinculación del proyecto con las estrategias contenidas en el POEGT.

En la siguiente tabla se presentan las estrategias de cada una de las Unidades Ambientales Biofísicas en las que incide el proyecto, así como su vinculación y congruencia con el mismo.

Tabla II-15 Estrategias del POEGT vinculadas con el proyecto.

Estrategias de la UAB.		Vinculación.
Región ecológica 9.24 **UAB 27 "SIERRAS TRANSVERSALES"**		
Grupo I Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	El proyecto es congruente con el presente criterio dado que llevará a cabo el aprovechamiento de la energía solar para la producción de energía eléctrica y con lo cual no se comprometerá los ecosistemas, especies, genes o los recursos naturales.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	Dado que no se contemplan actividades de aprovechamiento de los suelos agrícolas y pecuarios, la estrategia en cita no es de observancia para la promovente.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	La estrategia en comento, no le es aplicable al proyecto que nos ocupa, ya que no se contemplan actividades de tipo agrícola.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	No habrá aprovechamiento de recursos forestales, por lo que no es de observancia el presente criterio, para la promovente, pues dada la naturaleza del proyecto, el cual

VERSIÓN PÚBLICA

Estrategias de la UAB.		Vinculación.
		consiste en la generación de energía eléctrica a partir de la captación de energía solar, este no tiene contemplado el aprovechamiento a que hace referencia la presente estrategia.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	La empresa promovente responsable de la ejecución del proyecto, consciente del compromiso ambiental, implementará acciones ambientales, que permitan la conservación y protección del ecosistema y sus recursos naturales, y por ende los servicios ambientales que estos nos brindan.
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas.	Durante el desarrollo del proyecto se llevarán a cabo acciones para la conservación y protección de la flora, fauna, suelo, agua, etc., con la finalidad de atenuar, minimizar o compensar los impactos causados por el proyecto, lo que garantizará la protección a los recursos naturales.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	No se contempla el uso de agroquímicos en ninguna de las etapas previstas para el proyecto que nos ocupa, por lo que el desarrollo del mismo no contraviene la estrategia en cita.
D) Restauración	14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El proyecto no pretende la restauración de ecosistemas forestales y de suelos agrícolas, sino que contempla la generación de energía eléctrica, motivo por el cual la presente estrategia no es de observancia para el mismo; no obstante que dentro del Capítulo IV de la presente MIA, se proponen acciones y medidas para el componente ambiental suelo.

VERSIÓN PÚBLICA

Estrategias de la UAB.		Vinculación.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	Debido a la naturaleza del proyecto, éste no pretende realizar actividades relacionadas con la minería, por tal motivo el mismo no es de observancia de la promovente.
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	El proyecto no pertenece ni se inserta dentro del sector minero, aunado a lo anterior, es menester mencionar que la presente estrategia contiene una obligación correspondiente a los diversos órganos de Gobierno competentes en la materia. Por tal motivo, el desarrollo del proyecto no resulta contrario a la presente estrategia.
	19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.	El presente proyecto es coadyuvante al potencializar lo establecido en la presente estrategia con relación a las características del mismo, ya que se generará energía eléctrica utilizando una energía de las denominadas renovables, al pretenderse la generación de energía eléctrica mediante la captación de energía solar con el uso de paneles fotovoltaicos.
	20. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.	Como se ha manifestado a lo largo del presente documento, el proyecto tiene como objetivo el no generar emisiones a la atmósfera de este tipo de gases al entrar dentro de las energías renovables, con lo cual se advierte la compatibilidad entre el proyecto y el criterio en comento. Adicionalmente, durante las etapas de preparación de sitio y construcción en el caso de generarse emisiones a la atmósfera, dentro del Capítulo IV de la presente MIA-R, se han propuesto medidas para el control de emisiones a la atmósfera, el cual tendrá como finalidad, la prevención y/o minimización de las emisiones

VERSIÓN PÚBLICA

Estrategias de la UAB.		Vinculación.
		contaminantes (emisiones de gases y partículas) a la atmósfera que generen los vehículos y maquinaria que se usarán en las primeras etapas del desarrollo proyecto (preparación de sitio y construcción) y que consisten básicamente en el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas aplicables en materia de aire.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana.		
C) Agua y Saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	La presente estrategia es de observancia de las Autoridades Administrativas en las diferentes esferas de su competencia, motivo por el cual, no guarda relación con el proyecto que nos ocupa.
	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	La presente estrategia no tiene relación con el proyecto, ya que la misma resulta de observancia de la Autoridad Administrativa, en las diversas esferas de gobierno y en el grado que su competencia lo determine.
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	Como ya se mencionó con anterioridad, tanto el posicionamiento del tema del agua, como su calidad, es de observancia de las Autoridades Administrativas en las diferentes esferas de su competencia, por lo cual la misma no resulta de observancia para la promovente.
D) Infraestructura y Equipamiento Urbano y Regional.	30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región.	La presente estrategia no es de observancia de la promovente, pues esta obedece a las autoridades en sus diferentes esferas de gobierno.

VERSIÓN PÚBLICA

Estrategias de la UAB.		Vinculación.
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.	Esta estrategia no es de observancia de mi representada, sin embargo, cabe hacer mención que la derrama económica que se genere en las diferentes etapas del proyecto, será de gran importancia y coadyuvara con la presente estrategia.
	34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.	Esta estrategia, es de observancia de las autoridades administrativas en sus diferentes esferas de competencia, por lo cual no resulta de observancia para la promovente.
	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	Esta estrategia, es de observancia de las autoridades administrativas en sus diferentes esferas de competencia, por lo cual no resulta de observancia para la promovente.
	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.	El proyecto no se sitúa en el sector agroalimentario ni social, no obstante, en las etapas de construcción y operación del proyecto, se pretende generar empleos temporales y fijos que permitan un bienestar social, mismos empleos que serán otorgados conforme capacidades y aptitudes y no por género, o condición social, dando un trato equitativo para la totalidad de las personas que se empleen.
	37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	Como se observa la presente estrategia, es de observancia de las autoridades en sus diferentes niveles de gobierno, pero no se es omiso en que el proyecto coadyuvara en la derrama económica y generación de empleos de la zona.

VERSIÓN PÚBLICA

Estrategias de la UAB.		Vinculación.
	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	Esta estrategia, es de observancia de las autoridades administrativas en sus diferentes esferas de competencia, por lo cual no resulta de observancia para la promovente.
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	Esta estrategia, es de observancia de las autoridades administrativas en sus diferentes esferas de competencia, por lo cual no resulta de observancia para la promovente.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.		
A) Marco Jurídico	42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	La estrategia en cita, se cumple por el proyecto ya que no habrá afectación a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	Corresponde a la Autoridad Local y Estatal integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.
	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.	La estrategia en comento no es de observancia de la promovente, corresponde a la Autoridad Local o Estatal la planeación del ordenamiento territorial, no obstante ello en el presente Capítulo se han observado a los Programas de Ordenamiento que le son aplicables al proyecto.

VERSIÓN PÚBLICA

Es importante destacar que el proyecto propuesto es congruente respecto a la política y estrategias de la UAB de interés refiriendo como punto relevante que contempla en su política al Aprovechamiento Sustentable definido por el mismo POEGT 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 (LGEEPA, Artículo 3, fracción III)".*

Adicionalmente, para el desarrollo del proyecto se han considerado acciones ambientales tendientes a la protección y conservación de la flora y la fauna, y a prevenir, mitigar y, en su caso, a compensar los impactos ambientales que serán generados. Estas medidas se encuentran detalladas en el capítulo IV de la presente MIA.

II.5.2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango.

La más reciente publicación del Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango (POEED) fue publicada el 08 de septiembre del 2016 en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Durango. Es un instrumento de planeación jurídica de carácter indicativo cuyo objetivo es el de generar y promover políticas de uso del territorio. Mediante el POEED se establece el Modelo de Ocupación del Territorio para el Estado de Durango que incluye la propuesta de usos para el territorio, acorde con sus potencialidades y limitantes y el establecimiento de un sistema de políticas y criterios ambientales.

Así mismo, en dicho ordenamiento se contempla la asignación y aplicación de las políticas de ordenamiento denominadas como: Aprovechamiento, Conservación, Protección, Restauración y Restricción.

Así mismo, en dicho ordenamiento se contempla la asignación y aplicación de las políticas de ordenamiento denominadas como: Aprovechamiento, Conservación, Protección y Restauración.

Particularmente el proyecto incide en la Unidad de Gestión Ambiental **(UGA) 78 denominada "Bajada típica 10"**, como se muestra en la siguiente figura:

VERSIÓN PÚBLICA

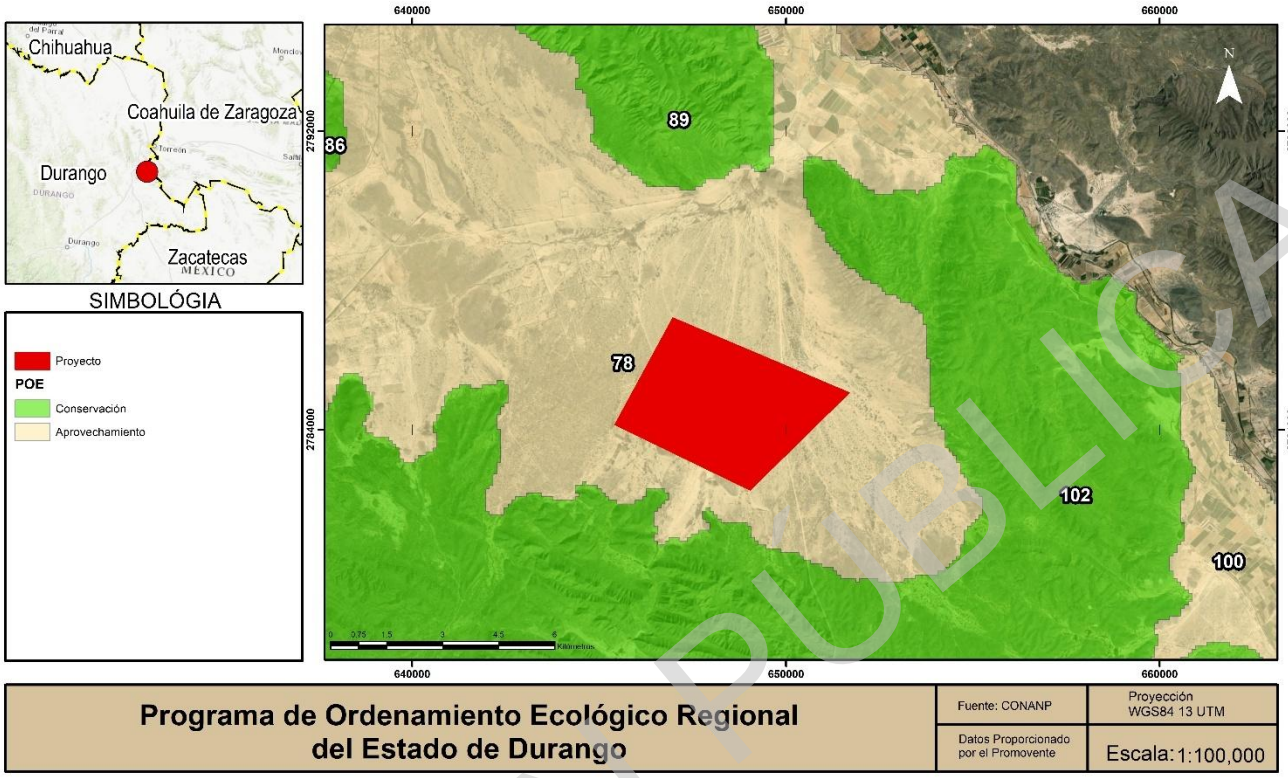


Figura II-2 Ubicación del predio de proyecto con respecto al POEED.

De la imagen anterior, se aprecia que el proyecto incide en la UGA 78, la cual cuenta con una política de Aprovechamiento Sustentable, en este sentido se muestra en la siguiente tabla su uso, política y criterios de regulación ecológica.

Tabla II-16 Características de la UGA 78 en la que incide el proyecto dentro del POEED.

UGA	Usos a Promover	Política	Criterios de Regulación Ecológica
78 "Bajada típica 10"	Agricultura de Riego; Agricultura de Temporal; Aprovechamiento Forestal No Maderable de Candelilla; Aprovechamiento Forestal No Maderable de Maguey;	Aprovechamiento	AGR01; AGR02; AGR03; AGR04; GAN02; GAN05; GAN07; GAN09; GAN10; GAN11; FNM01; FNM02; FNM03; FNM04; FNM05; FNM06; FNM08; MIN01; MIN02; MIN03; MIN04; URB08; URB10.

VERSIÓN PÚBLICA

	Aprovechamiento Forestal No Maderable de Orégano; Explotación Pecuaria Avícola; Explotación Pecuaria de Caprinos; Minería.		

A continuación, se presenta la tabla de criterios de regulación y su vinculación con las características del proyecto, tomando en consideración que estos se denominan Criterios de Regulación Ecológica a una serie de normas, reglas o recomendaciones para poder realizar las diferentes actividades o usos compatibles, y establecen las condiciones para ciertos usos, tal como se establece por el propio POEED.

Tabla II-17 Vinculación del proyecto con los criterios de regulación con la UGA en que incide.

Criterio de regulación.	Vinculación.
Agricultura.	
*"**AGR01.** Evitar el uso de sistemas de riego agrícola en base a agua rodada."*	Tal y como ha quedado evidenciado a lo largo de la presente MIA-R, la naturaleza del proyecto se inserta en el sector eléctrico, en virtud de que este consiste en la creación de una Planta Fotovoltaica, la cual generará energía eléctrica a partir de la captación de la energía solar, lo cual no tiene relación alguna con las actividades agrícolas enunciadas en los criterios de referencia, por lo cual queda de manifiesto, que no guardan relación alguna con el desarrollo del proyecto que nos ocupa.
*"**AGR02.** Desincentivar el uso de herbicidas y plaguicidas químicos, fomentando entre los productores el control biológico de plagas agrícolas."*	
*"**AGR03.** En los proyectos agrícolas se debe fomentar el uso o implementación de ecotecnias agrícolas, que incluyan la implementación de agricultura orgánica y protegida, labranza cero y el uso de abonos orgánicos."*	
*"**AGR04.** Se deberán promover el establecimiento de barreras arbóreas, de especies nativas o de la región, en los límites perimetrales de las zonas agrícolas, las cuales preferentemente se ubicarán perpendicularmente a la dirección del viento."*	
Explotación Pecuaria.	
*"**GAN02.** Las actividades ganaderas en zonas bajas inundables o cercanas a arroyos no podrán modificar los flujos naturales de agua mediante la construcción de brechas*	Como se ha mencionado con antelación, la naturaleza del proyecto se inserta dentro del sector energético, mas no dentro del ganadero, motivo por el cual los presentes criterios ecológicos no resultan vinculantes para el

VERSIÓN PÚBLICA

Criterio de regulación.	Vinculación.
y cualquier otra actividad que compacte el suelo o interrumpa el flujo de agua."	desarrollo del mismo, además de que no se modificarán cuerpos de agua.
***"GAN05.** No se deberá fomentar el cultivo de especies exóticas invasoras de pastos (exóticas africanas Eragrostis curvula, E. lehmanniana, E.superba, Melinum repens y Panicum coloratum)."*	Es menester mencionar que corresponde a las Autoridades competentes de los tres órdenes de gobierno, desincentivar el cultivo de especies exóticas invasoras de pastos, por lo cual no guarda relación con el proyecto que nos ocupa, además de que tampoco se contempla la introducción de especies exóticas en el área del proyecto.
*"**GAN07.** En los cuerpos de agua usados como abrevaderos así como las corrientes de agua, se deberá fomentar la construcción de instalaciones adecuadas (puentes con mampostería, o depósitos de agua utilizando acero galvanizado revestido con mampostería) que garanticen un acceso controlado del ganado que evite la erosión, la compactación y que favorezca el mantenimiento de la vegetación del borde."*	El presente proyecto se inserta dentro del sector energético, mas no dentro del ganadero, motivo por el cual los presentes criterios ecológicos no guardan relación con la implementación y desarrollo de este.
*"**GAN09.** Los cercados para delimitar propiedades o potreros deberán permitir el libre tránsito de la fauna silvestre, evitando utilizar materiales como malla ciclónica o borreguera. Se recomienda usar el menor número de hilos posibles y alambres sin púas en las líneas superior e inferior."*	
*"**GAN10.** El manejo de excretas deberá acatar las especificaciones y características zoosanitarias correspondientes."*	
*"**GAN11.** Las aguas residuales deben ser manejadas en plantas de tratamiento de agua; evitando eliminarles en corrientes o acúmulos de agua. Como requisito mínimo, las aguas residuales recibirán un tratamiento primario o pretratamiento, antes de dirigirlas a un sistema de alcantarillado público."*	Tal y como ha quedado evidenciado a lo largo de la presente MIA-R, para el diseño del proyecto no se tiene contemplada la generación de aguas residuales, dado que se instalarán baños portátiles dentro de las instalaciones y para uso del personal que laborará durante la etapa constructiva del proyecto. La empresa contratista será la encargada de darle mantenimiento a los sanitarios para asegurar el buen funcionamiento, por lo que dadas las características del proyecto no se requiere la instalación de una planta de tratamiento.
Aprovechamiento Forestal No Maderable.	

VERSIÓN PÚBLICA

Criterio de regulación.	Vinculación.
*"**FNM01.** En la recolecta del orégano realizada en poblaciones naturales, se deberá fomentar entre los productores el uso de herramientas de filo adecuado que no maltraten la planta y faciliten el rebrote.*	La naturaleza del proyecto se inserta en el sector eléctrico, en virtud de que este consiste en la creación de una Planta Fotovoltaica, la cual generará energía eléctrica, en el cual no se tiene contemplado realizar actividades de aprovechamiento forestal maderable, de las previstas en los criterios en cita, por lo cual queda de manifiesto, que no guardan relación alguna con el desarrollo del proyecto que nos ocupa. Aunado a lo anterior, se menciona que la promovente del proyecto, empresa comprometida con el medio ambiente y recursos naturales presentes en la zona del proyecto, coadyuva a los fines establecidos en los presentes criterios ecológicos, en virtud de que se tiene previsto la implementación de una Programa de Rescate y Reubicación de Flora, el cual tiene el propósito de atender el impacto ambiental denominado pérdida de cobertura vegetal donde se pretende desarrollar el proyecto. En este programa se presentan las metas, objetivos, la metodología de rescate, el mantenimiento a seguir y las evaluaciones de sobrevivencia de seguimiento del establecimiento de las especies rescatadas con el fin de asegurar el mayor porcentaje de sobrevivencia y cumplir con la legislación en la materia.
*"**FNM02.** En poblaciones naturales de orégano, y durante la cosecha, se recomienda aprovechar solo las que superen el metro de altura, cortando únicamente el 75% de la planta en relación a su altura."*	
*"**FNM03.** A fin de disminuir la presión de aprovechamiento de las poblaciones naturales de Orégano, se deberán fomentar y apoyar la producción en cultivos de este producto."*	
*"**FNM04.** En áreas con presencia natural de candelilla, y durante el proceso de aprovechamiento de permisos autorizados, se deberá obtener solo el 50% de la planta, dejando en su sitio el otro 50% para propiciar la regeneración natural de las poblaciones."*	
*"**FNM05.** La cosecha de las plantaciones o reforestaciones de candelilla podrá iniciarse una vez que las plantas alcancen un diámetro agrupado mayor a los 35 cm."*	
*"**FNM06.** A fin de disminuir la presión de aprovechamiento de las poblaciones naturales de Candelilla, se deberán fomentar y apoyar la producción en cultivos de este producto."*	
*"**FNM08.** Deberá dejarse distribuido uniformemente al menos, el 20% de las plantas en la etapa de madurez de cosecha."*	
Minería.	
*"**MIN01.** En la realización de actividades mineras, se deberán observar las medidas compensatorias y de disminución de impacto ecológico específicas consideradas en la normatividad ambiente."*	Los presentes criterios ecológicos se encuentran dirigidos a aquellas actividades que se inserten dentro del sector minero, motivo por el cual, no guardan relación alguna con el proyecto que nos ocupa en virtud de que este se inserta dentro del sector energético. No obstante lo anterior, el proyecto es coadyuvante con los criterios ecológicos en cita, en virtud de que propone medidas para el control de emisiones a la atmósfera,
*"**MIN02.** Durante la operación de actividades mineras con vehículos automotores en circulación que usen gas licuado del petróleo, gas natural u otros combustibles alternos, se deberán tomar medidas que garanticen la emisión permisible en la normatividad respectiva."*	

VERSIÓN PÚBLICA

Criterio de regulación.	Vinculación.
*"**MIN03.** Durante la operación de actividades productivas con vehículos automotores en circulación que usen gasolina como combustible, se deberán tomar medidas que garanticen la emisión permisible en la normatividad respectiva."*	principalmente las medidas propuestas para la prevención y/o minimización de las emisiones contaminantes (emisiones de gases y partículas) a la atmósfera que generen los vehículos y maquinaria que se usarán en las primeras etapas del desarrollo proyecto (preparación de sitio y construcción) las cuales consisten básicamente en el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas aplicables en materia de aire. Para ello se hará énfasis en las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, que serán aplicables al equipo, maquinaria y vehículos que serán utilizados para el desarrollo del proyecto durante las primeras etapas del proyecto a fin de minimizar las emisiones a la atmósfera como ya se ha señalado.
*"**MIN04.** En las operaciones de actividad minera se deberán tomar en cuenta los aspectos de normatividad considerados en la identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente."*	El presente proyecto, como se ha mencionado con antelación, se inserta dentro del sector eléctrico, mas no dentro del sector minero, motivo por el cual, el presente criterio no guarda relación con este. No obstante lo anterior, el proyecto es coadyuvante con lo establecido en el criterio ecológico de referencia, ya que de los residuos que se generen, se propone en el Capítulo IV de la presente MIA-R un Programa de Gestión y Control de Residuos en el que se ha considerado el manejo de residuos peligrosos como grasas, aceites y solventes, así como recipientes y trapos impregnados con dichas sustancias. Asimismo, se proponen las acciones de identificación, clasificación y disposición final de los mismos, acorde a la normatividad aplicable.
Urbano.	
*"**URB08.** Las localidades con poblaciones mayores a 1000 habitantes deberán contar con sistemas para el manejo y tratamiento de sus aguas residuales.*	Como se ha mencionado con antelación, para el desarrollo del proyecto no habrá descargas de aguas residuales a cuerpos de agua, ya que, en las etapas de preparación de sitio y construcción del proyecto, las aguas residuales que serán generadas serán provenientes de los sanitarios portátiles. Las aguas residuales generadas en dichas etapas serán manejadas por una empresa debidamente
*"**URB10.** El manejo y confinamiento de los lodos resultantes del tratamiento de aguas residuales, deberá llevarse a cabo en los sitios autorizados por la SEMARNAT para dicho fin o*	

VERSIÓN PÚBLICA

Criterio de regulación.	Vinculación.
en su defecto en terrenos alejados de la zona urbana y de cauces de arroyos o ríos, para su posterior incorporación a terrenos agrícolas."	autorizada para la prestación de dicho servicio. Derivado de lo anterior, queda de manifiesto que el proyecto coadyuva con lo establecido en los presentes criterios ecológicos.

De acuerdo con la vinculación realizada, no se identificaron limitantes o incongruencias para el desarrollo del proyecto en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango (POEED), por lo que es viable su ejecución de acuerdo a lo establecido en el ordenamiento referido. Adicionalmente, se seguirán cabalmente los criterios y lineamientos establecidos, para la UGA correspondiente.

II.6. Instrumentos de Planeación.

En esta sección, se hace una descripción breve y concisa referente a la congruencia del proyecto con respecto a las políticas regionales de desarrollo social, económico y ambiental, contempladas en los instrumentos de planeación que son aplicables al sitio donde se pretende llevar a cabo el proyecto. Los instrumentos analizados y vinculados con el proyecto se enlistan y vinculan a continuación.

Instrumentos de planeación para el desarrollo

- Plan Nacional de Desarrollo de 2019-2024;
- Programa para el Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2023-2037; y
- Plan Estatal de Desarrollo para el Estado de Durango 2023-2028.

II.6.1. Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030.

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) se concibe como un documento de trabajo que rige la programación y el presupuesto de toda la Administración Pública Federal. De acuerdo con la Ley de Planeación, todos los Programas Sectoriales, Especiales, Institucionales y Regionales que definen las acciones del gobierno, deberán elaborarse en congruencia con este Plan.

Lo anterior en cumplimiento a la Política de Desarrollo Nacional prevista en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, al establecer que corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales.

VERSIÓN PÚBLICA

Asimismo, Plan Nacional en comento considera que la tarea del desarrollo y del crecimiento corresponde a todos los actores, todos los sectores y todas las personas del país. El desarrollo no es deber de un solo actor, ni siquiera de uno tan central como lo es el Estado. El crecimiento y el desarrollo surgen de abajo hacia arriba, cuando cada persona, cada empresa y cada actor de nuestra sociedad son capaces de lograr su mayor contribución.

El Plan Nacional de Desarrollo se estructura bajo 4 ejes generales: 1. Gobernanza con justicia y participación ciudadana; 2. Desarrollo con Bienestar y Humanismo; 3. Economía Moral y Trabajo, 4. Desarrollo Sustentable. De estos ejes rectores, el proyecto se inscribe en el eje 4. Desarrollo Sustentable.

Es en este eje en el que se aborda *"… el impulso de un desarrollo sustentable, es decir, lograr un equilibrio entre desarrollo económico, social y ambiental que preserve el medio ambiente y evite un daño irreversible, al tiempo que busca evitar que se agoten los recursos naturales y permitir su disfrute a las generaciones futuras…"*

Al respecto y sobre el desarrollo sustentable, en el PND 2025-2030 se establece lo siguiente:

> *"La política energética debe fomentar el uso eficiente de la energía, promoviendo medidas de ahorro y el consumo de productos de alta eficiencia energética. Asimismo, la Estrategia Nacional del Sector Eléctrico debe enfocarse en fortalecer la planeación del sector, garantizar el acceso a electricidad en comunidades sin servicio, modernizar el transporte público con criterios de sustentabilidad y establecer reglas claras para atraer inversión privada.*
>
> *…*
>
> *El cambio climático acelera la degradación de la biodiversidad. Sus efectos incluyen el aumento de temperaturas, el ascenso del nivel del mar, la reducción de glaciares, cambios en los patrones de precipitación y fenómenos meteorológicos extremos como huracanes e incendios forestales. México ha adoptado medidas para reducir emisiones de gases de efecto invernadero y avanzar en la descarbonización de sectores estratégicos, en línea con el Acuerdo de París y los compromisos de la 29ª. Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático para limitar el calentamiento global a 1.5°C. La contaminación del aire es otro factor crítico. Actualmente, 24 entidades federativas han implementado programas de calidad del aire, con el objetivo de reducir emisiones contaminantes y mejorar la salud en las ciudades con mayor polución."*

En este sentido es necesario resaltar que el proyecto se inscribe en el paradigma del desarrollo sustentable pues tiene como objetivo llevar a cabo la generación de energía eléctrica a partir de la radiación solar, con lo cual se contribuye a la descarbonización del sector al propiciar la generación de energía eléctrica a través de la radiación solar, además de buscar la reducción de emisiones al evitar el uso de energéticos como el Gas Natural, por lo que, para su desarrollo se tiene previsto poner especial énfasis en los aspectos ambientales, para ello se identificaron los posibles impactos ambientales que pudieran ocasionarse con el desarrollo del proyecto, así como también se han propuesto diversos programas y medidas a fin de prevenir, evitar, compensar y reducir al mínimo los impactos que se pudieran generar al ambiente, en un marco de desarrollo sostenible sin comprometer los recursos naturales existentes en la zona.

VERSIÓN PÚBLICA

II.6.2. Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional.

El Programa para el Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) es el instrumento que detalla la planeación anual del Sistema Eléctrico Nacional con un horizonte a quince años y que concreta la política energética nacional en materia de electricidad.

En este documento se define la planeación del Sistema Eléctrico Nacional, en la cual se incluyen los elementos relevantes de otros instrumentos de planeación, tales como el Programa Indicativo para la Instalación y Retiro de Centrales Eléctricas, así como los programas de ampliación y modernización de la Red Nacional de Transmisión y de las Redes Generales de Distribución.

En dicho programa, se prevé la instalación de nuevas centrales eléctricas que cumplan con un suministro energético confiable, de calidad, continuo y seguro; y que respalden la integración de más energía renovable intermitente, bajo el establecimiento de una serie de criterios que propicien un uso eficiente de la energía en el país. Todo lo anterior, siempre en salvaguarda del interés público y social, en línea a las reglas previamente erigidas en el mercado eléctrico.

Dentro de la planeación del sector eléctrico se cumple con los compromisos internacionales en materia ambiental para la reducción de emisiones y mitigación del cambio climático, por lo que este Programa contempla el incremento ordenado de la generación eléctrica con energías limpias y renovables, como lo ha venido logrando el actual gobierno año con año. Por ello, el presente documento también incluye el Reporte de Avance de Energías Limpias, el cual expone a detalle la planeación del Gobierno de México para el cumplimiento de las metas establecidas en materia de Energías Limpias.

Bajo la observancia del presente Programa, el proyecto coadyuvará en la contribución de generación de energía eléctrica, dentro de la que se consideran limpias y renovables.

II.6.3. Plan Estatal de Desarrollo para el Estado de Durango 2023-2028.

El presente Plan Estatal de Desarrollo 2023-2028, fue elaborado con la finalidad de dar respuesta a las necesidades de las y los durangueses, para lo cual se han definido seis ejes rectores encaminados a mejorar la calidad de vida de los habitantes y a logar que el Estado de Durango sea concebido como un lugar inclusivo, próspero y seguro, para lograr una sociedad con un mejor futuro, con infraestructura y servicios de calidad, respaldado por un gobierno responsable y comprometido.

En este tenor, se han plantado seis Ejes Rectores para la conducción del desarrollo:

I. Durango solidario, inclusivo y con bienestar social:

II. Durango competitivo, próspero y de oportunidades;

III. Durango seguro, respetuoso y en paz;

VERSIÓN PÚBLICA

IV. Durango sostenible, ordenado y con calidad de vida;

V. Durango integrado, con infraestructura y servicios de calidad; y

VI. Gobierno responsable, comprometido y de resultados.

De igual manera, el Plan Estatal de Desarrollo en comento, prevé principios rectores que le permitan a las Autoridades competentes la conducción del desarrollo estatal que, a saber, el proyecto se inscribe en el principio "**V. Sostenibilidad**", el cual a la letra dice:

> *"V. Sostenibilidad, para que los programas, proyectos y acciones se definan y ejecuten sin afectar el equilibrio de los recursos naturales, a fin de no comprometer las necesidades de las generaciones futuras, traduciéndose en un desarrollo económico y social respetuoso con el medio ambiente."*

Como ha quedado evidenciado a lo largo del presente capítulo, el proyecto que nos ocupa fue diseñado bajo un esquema de sostenibilidad, puesto que con su desarrollo se logrará la generación de energía eléctrica de manera sustentable aprovechando la radiación solar, lo cual garantiza una disminución de CO2 a la atmósfera y en consecuencia un mejor medio ambiente a los pobladores de la zona. Para la preparación, construcción y desarrollo del proyecto se ha han considerado las acciones y/o medidas para la prevención y mitigación de los posibles impactos ambientales que se pudieran ocasionar con el desarrollo de este.

Finalmente, se menciona que el proyecto se inserta dentro del Eje IV "Durango Sostenible, Ordenado y con Calidad de vida", específicamente en el Objetivo 4.6 "Impulsar el uso de energías limpias y renovables", en concordancia con las siguientes líneas de acción:

> *"4.6.1.3. Apoyar la generación de energía limpia, a través del uso de sistemas fotovoltaicos, fototérmicos, de bioenergía y eólicos de acuerdo con las condiciones de cada región.*
>
> *(…)*
>
> *4.6.1.7. Implementar sistemas de gestión y eficiencia energética."*

Por lo antes expuesto, se concluye que el desarrollo del proyecto es compatible y coadyuva con las estrategias y líneas de acción establecidas en el Plan Estatal de Desarrollo 2023-2028, para el Estado de Durango, en materia de desarrollo sostenible y protección al ambiente.

II.7. Análisis respecto a localidad(es) con población indígena en las que incide el sitio de intervención del Proyecto y/o su zona de influencia.

En observancia a la guía para la presentación y entrega de la manifestación de impacto ambiental, que obra en la siguiente página electrónica https://www.semarnat.gob.mx/gobmx/transparencia/tguia.html se realiza el siguiente análisis:

VERSIÓN PÚBLICA

El sistema jurídico nacional e internacional reconocen un conjunto de derechos a los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas, principalmente la libre determinación y autonomía.

De acuerdo con el artículo 4, fracción XXXIII, de la Ley del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas, el INPI tiene la atribución de *"establecer las bases para integrar y operar un Sistema Nacional de Información y Estadística sobre los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas, que contenga entre otros, un catálogo de pueblos y comunidades indígenas con los elementos y características fundamentales de sus instituciones políticas, jurídicas, económicas, sociales y culturales, sus tierras, territorios y recursos, en tanto sujetos de derecho público"*.

Para tal efecto se ha instrumentado el Catálogo Nacional de Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas cuyo objetivo es: identificar a las comunidades indígenas y afromexicanas con base en sus principales instituciones políticas, jurídicas, territoriales, económicas, sociales y culturales, en tanto sujetos de derecho público con personalidad jurídica; a fin de garantizar el ejercicio de su libre determinación y autonomía. A su vez, esta información alimentará el Sistema Nacional de Información y Estadística sobre los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas.

Con el propósito de verificar la incidencia del Proyecto dentro de algún pueblo o comunidad indígena o afromexicana, se realizó la consulta correspondiente como lo sugiere la guía, con base en el referido Catálogo utilizando el siguiente vínculo http://georeferencia.inpi.gob.mx/inpi/, observando que el proyecto no tiene incidencia dentro de algún pueblo o comunidad indígena o afromexicana, tal como se puede observar en la siguiente imagen:

VERSIÓN PÚBLICA

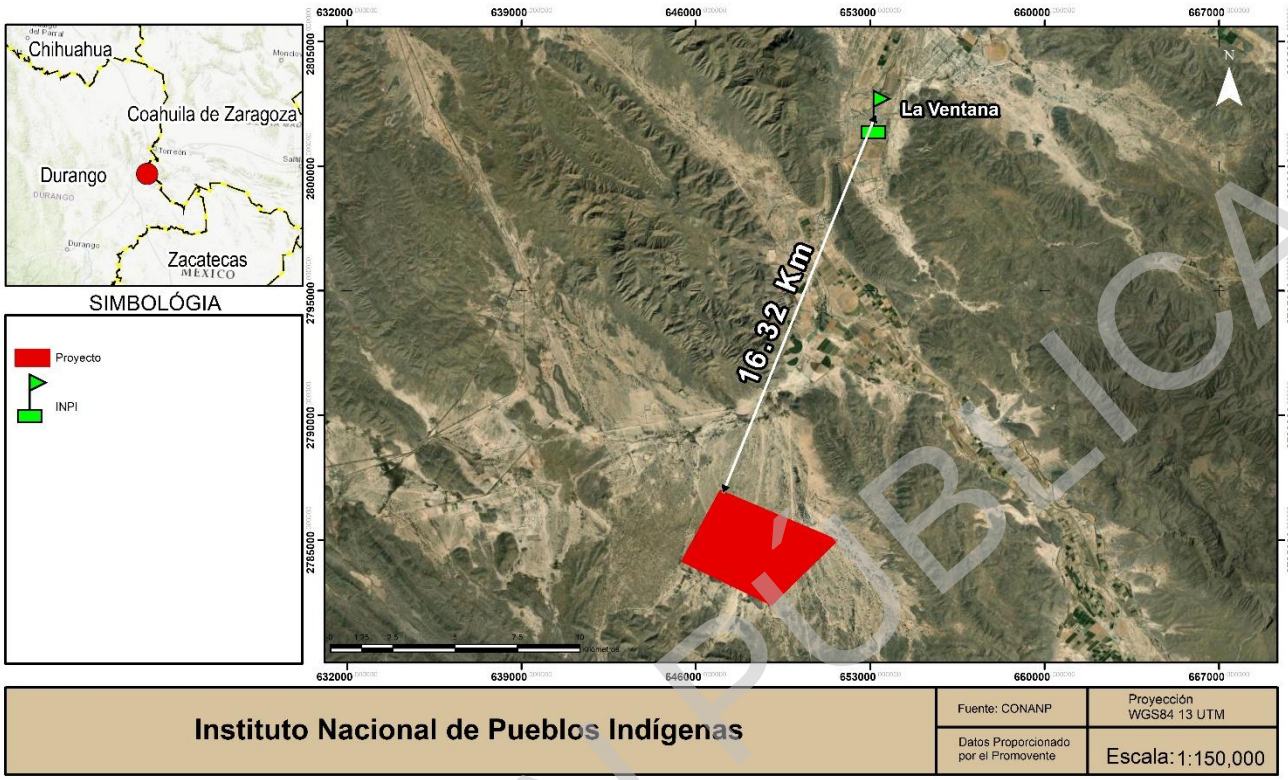


Figura II-3 Ubicación del predio de proyecto con respecto a pueblos o comunidades indígenas o afromexicanas.

A pesar de lo anterior y como se ha comentado con anterioridad, actualmente el proyecto ya cuenta con una resolución contenida en el Oficio número 117.-DGISOS.534/19, de fecha 22 de mayo del 2019, de la cual se desprende que se tiene por cumplida la presentación de la Evaluación de Impacto Social con el documento intitulado "Evaluación de Impacto Social en el Marco de la Construcción y Operación del proyecto Planta Fotovoltaica San José de Arriba" y la cual fue emitida por la Dirección General de Impacto Social y Ocupación Superficial de la Secretaría de Energía, misma que se agrega al presente Capítulo como Anexo electrónico.

Asimismo, del Considerando Sexto del oficio antes citado, del Dictamen Técnico se concluye y recomienda lo siguiente en los numerales que a continuación se exponen y que se han considerado relevantes:

> *"11. En cuanto a la identificación y caracterización de pueblos y comunidades indígenas, el Promovente indica que el Área de Influencia del Proyecto no se encuentra dentro de ninguna de las regiones indígenas reconocidas por la CDI. Asimismo, el Promovente señala que no se identificaron localidades con población indígena dentro del Área de Influencia del Proyecto.*
>
> *12. Al respecto, esta Dirección General corroboró que el Proyecto no se localiza en alguna de las regiones indígenas reconocidas por la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI), ahora el*

VERSIÓN PÚBLICA

Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI). Asimismo, se encontró que ninguna de las localidades identificadas en el Área de Influencia del Proyecto se encuentra consignado en el Catálogo de Localidades Indígenas 2010 de la CDI (ahora INPI).

13. De igual manera, esta Autoridad revisó el Catálogo de Lenguas Indígenas Nacionales del Instituto de Lenguas Indígenas (INALI), y verificó que las localidades ubicadas dentro del Área de Influencia del Proyecto no corresponden a localidades en las que se hable alguna de las familias, agrupaciones o variantes lingüísticas que consigna el Catálogo.

14. En este sentido y considerando la descripción del apartado de Identificación, Caracterización, Predicción y Valoración de los Impactos Sociales y a partir del análisis realizado por esta Dirección General, se estima que, a pesar de su ubicación y de acuerdo con los elementos técnicos descritos, el Proyecto no entraña ninguna afectación directa y/o significativa para las comunidades indígenas ubicadas en el Área de Influencia del Proyecto."

Derivado de lo anterior, es posible concluir que el proyecto no se localiza o incide en localidades con población indígena, motivo por el cual no se vulnera ningún derecho a la misma.

II.8. Áreas Naturales Protegidas.

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP´s) son zonas del territorio nacional sobre las que la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. En nuestro país se tienen ANP´s de competencia federal, estatal, municipal y Áreas de Conservación Voluntarias. Las Áreas Naturales Protegidas (ANP´s), son áreas bajo la administración de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

Los instrumentos que determinan las estrategias de conservación y uso de las áreas naturales protegidas se han conceptualizado como planes o programas de manejo y/o conservación, por ende, las obras o proyectos inmersos en algún ANP, deberán ajustarse al programa de manejo, así como a los lineamientos establecidos en el decreto del ANP correspondiente.

Derivado de la importancia del tema y para efectos de documentar las distancias del proyecto con estas áreas, se realiza a continuación el análisis de las ANP´s que se identificaron a nivel federal y estatal con mayor proximidad al proyecto, dado que el mismo no incide sobre ninguna de ellas como se mostrará líneas adelante.

II.8.1. Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal.

El Área Natural Protegida Federal denominada "**Ríos y Montañas de la Comarca Lagunera**" con categoría de Área de Protección de Recursos Naturales, localizada en la región conocida como "Comarca Lagunera", en los municipios Lerdo, Nazas, Mapimí, Cuencamé y Gómez Palacio en el estado de Durango, **cuyo punto más cercano**

VERSIÓN PÚBLICA

se encuentra a 11.85 km de distancia del polígono donde se pretende desarrollar el presente proyecto, tal y como se puede apreciar en la siguiente imagen:

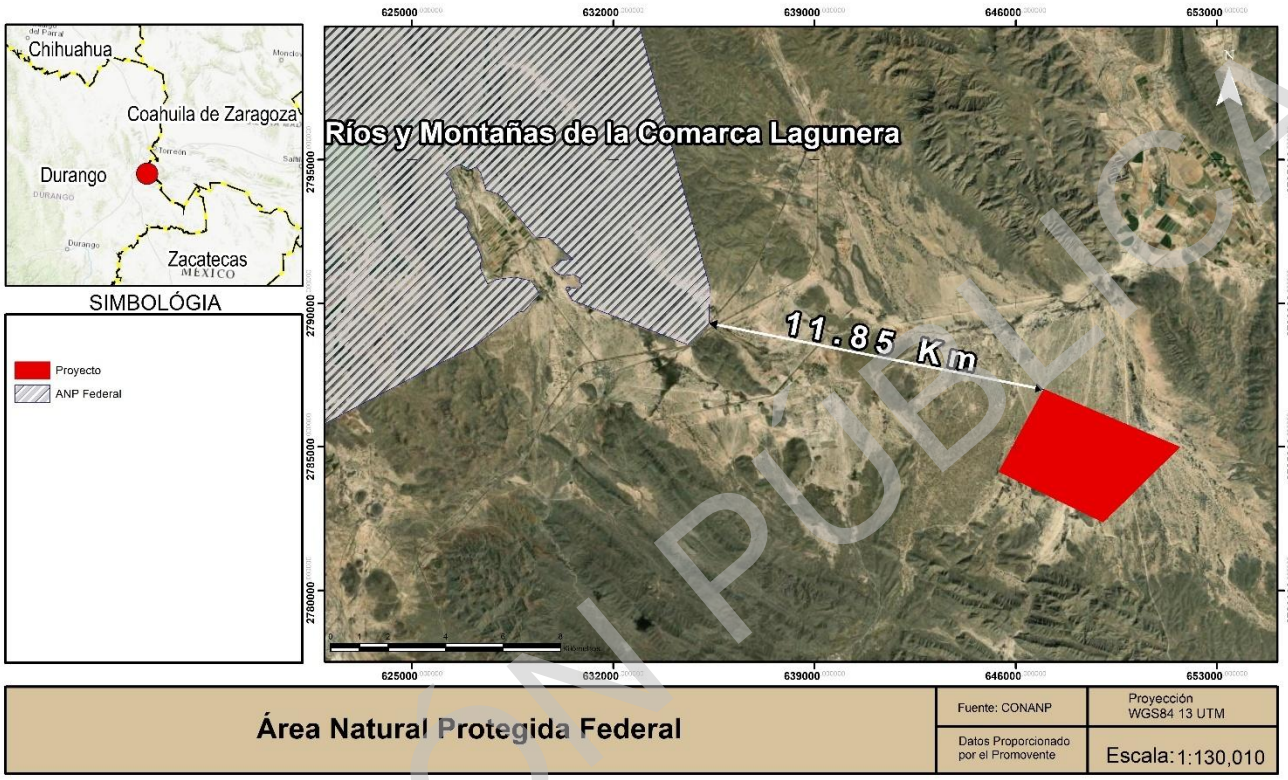


Figura II-4 Área Natural Protegida de carácter Federal más cercana al proyecto.

De acuerdo a lo anterior, el proyecto no se encuentra sujeto a la observancia de ningún Decreto o Programa de Manejo relacionado con ANP´s de carácter Federal.

II.8.2. Áreas Naturales Protegidas de competencia Estatal.

El Área Natural Protegida de competencia estatal más cercana al proyecto, es la conocida como "**Cañón de Fernández**", con categoría de Parque Estatal, ubicada en el Municipio de Lerdo, **cuyo punto más cercano se encuentra a 12.19 km de distancia del polígono donde se pretende desarrollar el proyecto**, tal y como queda evidenciado en la siguiente imagen:

VERSIÓN PÚBLICA

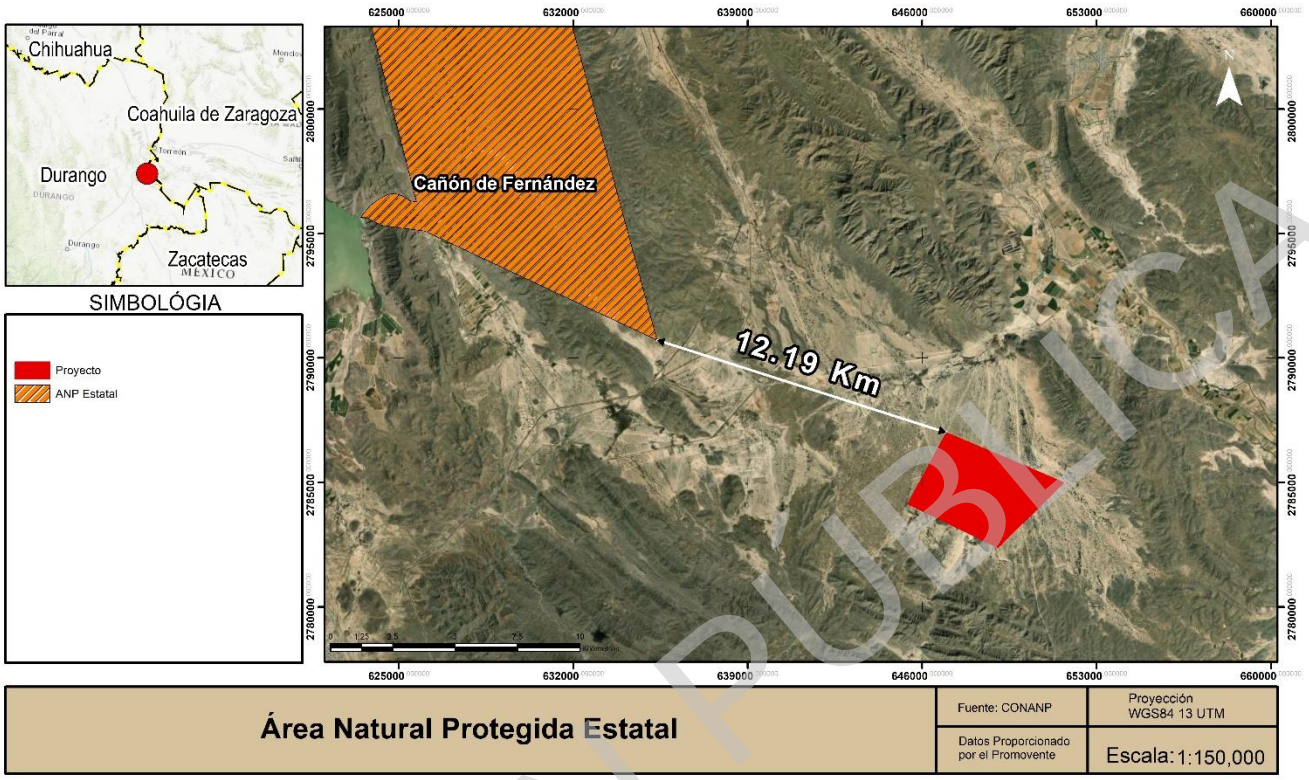


Figura II-5 Área Natural Protegida de carácter Estatal más cercana al proyecto.

Al no incidir el proyecto en ANP´s de carácter Estatal, no se encuentra constreñido a la observancia de Decretos o Programas de Manejo en esta materia.

II.8.3. Áreas Naturales Protegidas de competencia Municipal.

El Área Natural Protegida de competencia municipal más cercana al proyecto, es la conocida como "**Sierra y Cañón Jimulco**", ubicada en el Municipio de Torreón, Coahuila **cuyo punto más cercano se encuentra a 8.30 km de distancia del polígono donde se pretende desarrollar el proyecto**, tal y como queda evidenciado en la siguiente imagen:

VERSIÓN PÚBLICA

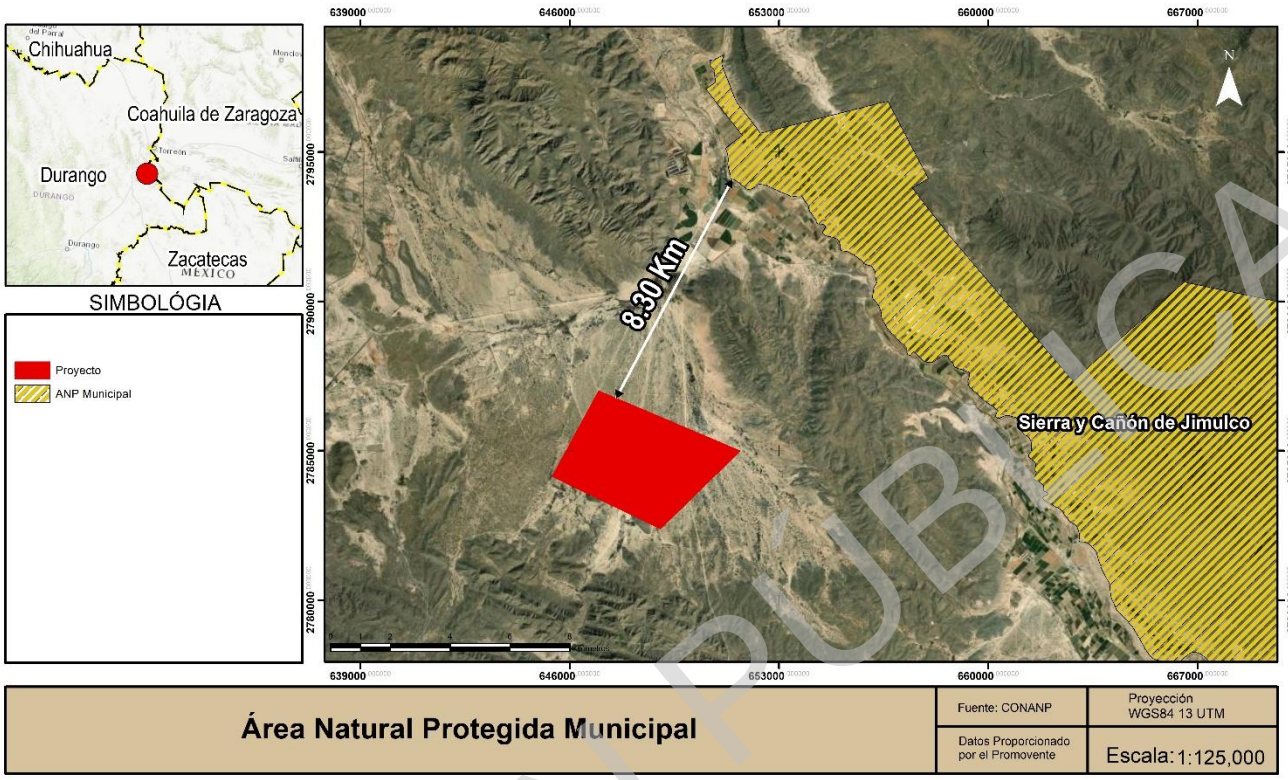


Figura II-6 Área Natural Protegida de carácter Municipal más cercana al proyecto.

Como se desprende de la imagen anterior, el proyecto no incide en ningún ANP de competencia municipal y de la cual deba observar sus disposiciones legales.

II.8.4. Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC).

Respecto de las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación, se identificó que el proyecto tampoco incide sobre ninguna de ellas, tal y como se puede apreciar a continuación en la siguiente imagen, **al ubicarse a una distancia de 250.56 km**:

VERSIÓN PÚBLICA



Figura II-7 Área Destinada Voluntariamente a la Conservación más cercana al proyecto.

De todo lo anterior, se puede concluir que el presente proyecto no contraviene ningún instrumento de regulación relacionado con las Áreas Naturales Protegidas.

II.8.5. Sitios RAMSAR.

La "Convención de Ramsar" es un tratado intergubernamental en el que se consagran los compromisos contraídos por sus países miembros para mantener las características ecológicas de sus humedales de importancia internacional y planificar el "uso racional", o uso sostenible, de todos los humedales situados en sus territorios.

Este acuerdo internacional es el primer instrumento (convenio) en materia de medio ambiente que se centra en un ecosistema específico, los humedales, cuyo objetivo o interés original se orientó a la conservación y uso racional en relación a las aves acuáticas, sin embargo, ha reconocido la importancia de estos ecosistemas como fundamentales en la conservación global y el uso sostenible de la biodiversidad, con importantes funciones (regulación de la fase continental del ciclo hidrológico, recarga de acuíferos, estabilización del clima local), valores (recursos biológicos, pesquerías, suministro de agua) y atributos (refugio de diversidad biológica, patrimonio cultural, usos tradicionales).

VERSIÓN PÚBLICA

La misión de la Convención es "la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo".

Tomando en consideración lo anterior, se identificó que el sitio RAMSAR más cercano el denominado **"Parque Estatal Cañón Fernández"**, **a una distancia de 12.18 km de distancia del área donde se pretende desarrollar el proyecto.** En este tenor, se puede evidenciar que no existirá injerencia en el mismo, lo cual es congruente con lo planteado a lo largo de la presente MIA-R para el proyecto, pues se busca un desarrollo con perspectiva, respeto y protección al medio ambiente, así como a la legislación ambiental aplicable, partiendo de ello es evidente que existen distancias considerables y que indubitablemente el proyecto no incidirá en el sitio RAMSAR antes mencionado, tal y como se puede apreciar en la siguiente imagen:

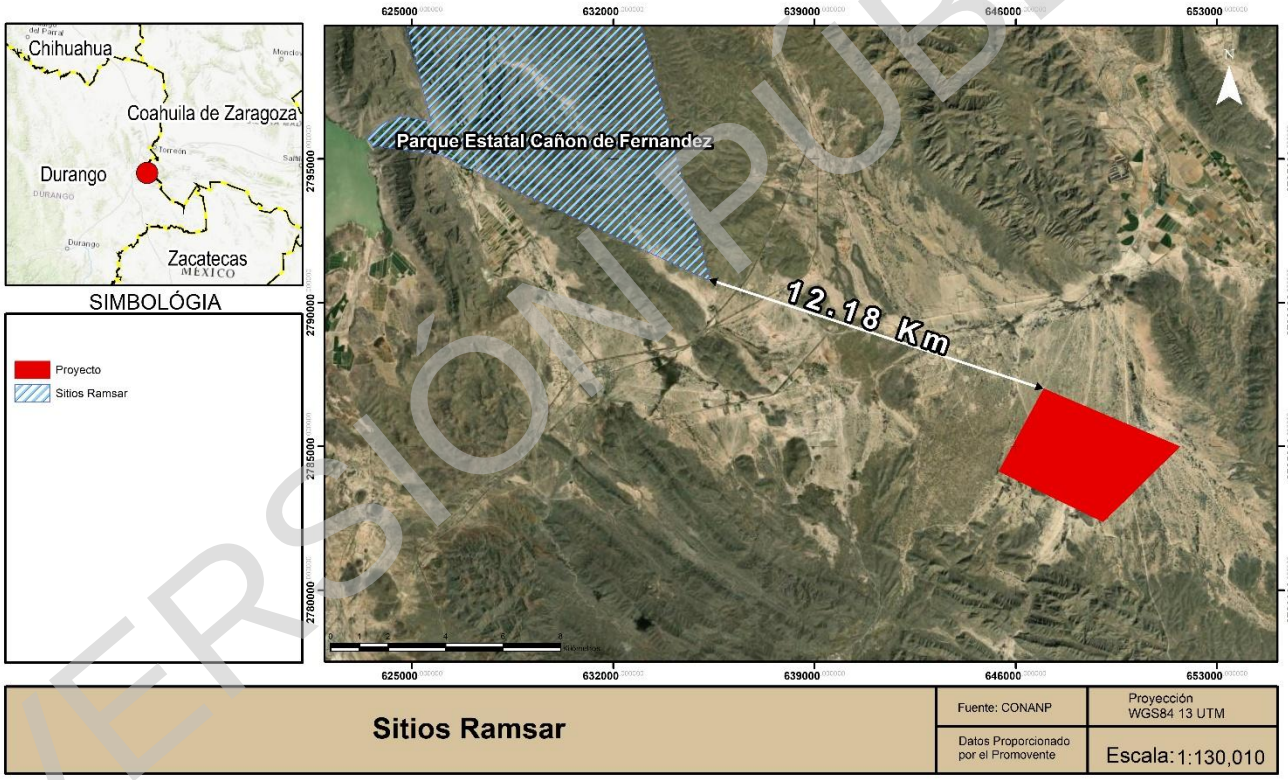


Figura II-8 Ubicación del proyecto respecto a Sitios Ramsar.

VERSIÓN PÚBLICA

II.9. Normas Oficiales Mexicanas.

En este apartado, se hace un análisis de la normatividad ambiental aplicable al proyecto que nos ocupa, en materia de agua, aire, suelo, residuos, flora y fauna. En la siguiente tabla se presentan las normas oficiales mexicanas aplicables al proyecto y su vinculación con éstas.

Tabla II-18 Vinculación del proyecto con Normas Oficiales Mexicanas.

Norma Oficial Mexicana.	Vinculación
AGUA.	
NOM-001-SEMARNAT-2021 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	Para la etapa de preparación de sitio y construcción del proyecto se prevé el uso de sanitarios portátiles, cuyas aguas que se generen serán recolectadas por la misma empresa que se contrate. Mientras que, para la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, se prevé que las aguas residuales generadas, provenientes de sanitarios, sean captadas por una empresa autorizada y especialista en la materia, considerando que en la etapa de operación la generación de estas aguas, serán captadas en fosa séptica debido a que no se cuenta con red de drenaje municipal. Para lo cual se dará cumplimiento a la presente norma o en su caso a las condiciones particulares de descarga fijadas por la autoridad, en caso de que así le resulten aplicables.
NOM-002-SEMARNAT-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	No es de observancia la presente norma ya que en ninguna de las etapas del proyecto se descargarán aguas residuales a los sistemas de alcantarillado municipal debido a que en la zona donde se desarrollará el proyecto no se cuenta red de drenaje municipal.
NOM-003-SEMARNAT-1997 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.	El proyecto no contempla la construcción de pozos de extracción de agua, motivo por el cual las presentes normas no serán de observancia para el mismo.
NOM-003-CONAGUA-1996 Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.	

VERSIÓN PÚBLICA

Norma Oficial Mexicana.	Vinculación
NOM-004-CONAGUA-1996 Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general	Como ya se mencionó, el suministro de agua para todas las etapas del proyecto será a través de pipas por lo que no es de observancia la presente norma.
NOM-006-CONAGUA-1997 Fosas sépticas prefabricadas- especificaciones y métodos de prueba.	Si bien ésta norma es aplicable a los fabricantes y proveedores de fosas sépticas, el promovente observará la presente norma al instalar la fosa séptica prefabricadas para la disposición de las aguas residuales sanitarias generadas durante la fase de operación y mantenimiento del proyecto.
AIRE.	
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.	El proyecto se vincula con la norma en cita, en materia de emisiones a la atmósfera principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción, con la utilización de la maquinaria, equipo y vehículos base gasolina. Durante estas etapas la maquinaria operará en óptimas condiciones a fin de cumplir con los límites establecidos en los parámetros de emisión de gases y apegarse en todo momento en lo que resulte aplicable por la presente norma.
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.	Adicional a lo anterior, para las etapas de preparación del sitio y construcción se utilizarán vehículos base diésel. Dichos vehículos o en su caso equipos se mantendrán en condiciones óptimas cumpliendo los límites máximos permisibles establecidos en la presente norma.
RESIDUOS.	
NOM-052-SEMARNAT-2005 Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Durante las diferentes etapas del proyecto se generarán residuos peligrosos. La denominación de dichos residuos como peligrosos, parte de la clasificación establecida en la presente norma. Se identificará la generación de residuos peligrosos como trapos con aceites, estopas, sobrantes de pinturas, solventes, filtros de aceite, etc. Estos residuos serán manejados conforme lo establece la LGPGIR y su reglamento como se observó en numerales anteriores. Las medidas para el manejo de estos residuos se encuentran contenidas en el Programa de Gestión y Control de Residuos.
NOM-054-SEMARNAT-1993	Se dará cabal seguimiento de la presente norma en cuanto al manejo interno se refiere. Para ello se identificarán e impedirá

VERSIÓN PÚBLICA

Norma Oficial Mexicana.	Vinculación
Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.	la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales con el fin de evitar su contaminación y reacción química. Esto reducirá el riesgo de generar efectos en la salud, el ambiente o los recursos naturales
RUIDO.	
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.	Esta norma se vincula con el proyecto particularmente en la etapa de preparación y construcción, debido a la utilización de vehículos, maquinaria y equipo. Dichos equipos se mantendrán en condiciones óptimas para su operación, dando cumplimiento a los límites de emisión establecidos en la presente norma.
NOM-081-SEMARNAT-1994 Límites máximo permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Si bien no se prevé la generación de ruido durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, se dará cabal seguimiento al cumplimiento de esta norma en cuanto a los Límites Máximos Permisibles de emisión se refiere.
SUELO.	
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.	En todas las etapas del proyecto se aplicarán medidas para prevenir la contaminación del suelo, no obstante, en caso de ocurrir un incidente en el que se contamine el suelo con hidrocarburos, se observará la presente norma, así como lo establecido en la materia en la LGPGIR y en su reglamento para llevar a cabo la caracterización y remediación correspondiente.
FLORA Y FAUNA.	
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.	Como resultado de los levantamientos realizados para la caracterización del Sistema Ambiental Regional, serán aplicadas las siguientes medidas: Rescatar y reubicar los individuos de fauna para proteger y conservar la vida silvestre que existe en el sitio del proyecto y que por el desarrollo de las obras y actividades pueda verse afectada. Proteger y conservar las especies de flora mediante actividades de rescate y reubicación, para mitigar y compensar el impacto ambiental relacionado al componente de flora.

VERSIÓN PÚBLICA

II.10. Evaluar la susceptibilidad de la zona de ubicación del proyecto ante riesgos geológicos y meteorológicos extremos, que pudieran representar una amenaza para la integridad física de las instalaciones que resulten en impactos ambientales no previstos.

Al respecto se hace del conocimiento de la Autoridad que en la información del Capítulo III del Apartado Abiótico de la presente MIA-R, se encuentra de manera detallada la información relacionada con el presente numeral.

II.11. Indicar número y describir detalladamente corrientes intermitentes, perenes y, cuerpos de agua, presentes dentro de la superficie sobre los cuales pudiera derivar un impacto ambiental.

Al respecto se hace del conocimiento de la Autoridad que en la información del Capítulo III del Apartado Abiótico de la presente MIA-R, se encuentra de manera detallada la información relacionada con el presente numeral.

II.12. Conclusión

Por todo lo antes expuesto en la presente vinculación, es posible concluir que el proyecto es factible de ser llevado a cabo, dado que tal como se ha expuesto a lo largo del presente Capítulo, el mismo resulta compatible y congruente con todos y cada uno de los instrumentos que le resultan aplicables, motivo por el cual se ha proporcionado los elementos necesarios a la Autoridad para llevar a cabo la evaluación del proyecto de manera que éste cumpla técnica y jurídicamente.

VERSIÓN PÚBLICA

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

PROYECTO FOTOVOLTAICO "SAN JOSÉ DE ARRIBA"

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA (APARTADO ABIÓTICO)



VERSIÓN PÚBLICA

CONTENIDO

III. Descripción de la Región Ecológica y Señalamiento de la Problemática Ambiental Detectada 3
III.1. Delimitación de la Región Ecológica 3
Delimitación del Área de influencia 10
III.2. Caracterización y análisis del medio abiótico 12
III.2.1. Procesos climáticos 13
III.2.2. Procesos geológicos 17
III.2.3. Riesgos de origen geológico 19
a) Sismicidad 19
b) Volcanes 20
c) Fallas y fracturas 22
III.2.4. Fisiografía 23
III.2.5. Procesos geomorfológicos 24
III.2.6. Proceso hidrológico superficial 29
Subcuenca R. Aguanaval – Nazarenos 34
Hidrología en la Región ecológica, proyecto y AI 35
Gasto hidrológico en la Región Ecológica, proyecto y AI 41
III.2.7. Proceso hidrogeológico 58
III.2.8. Edafología 61
III.1. Medio socioeconómico 65
III.1.1. Población 68
III.1.2. Características culturales 72
III.2. Problemáticas ambientales 73
III.3. Diagnóstico Ambiental 74

VERSIÓN PÚBLICA

III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA

Este Capítulo atiende lo establecido en el artículo 13, fracción IV, del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, por lo que éste capítulo abordará la interacción de los diferentes procesos y componentes que definen la funcionalidad de la Región Ecológica, la cual está en función de la caracterización del medio en sus componentes y procesos abióticos, bióticos y socioeconómicos, así como analizar las tendencias de desarrollo y deterioro de la región.

En particular, dentro del Medio Abiótico se analizan, en las diferentes escalas espacio – temporales, los atributos de los componentes y/o procesos que definen la estructura de la Región Ecológica, así como los atributos de los componentes y/o procesos de los cuales depende la funcionalidad del ecosistema y, a partir de este análisis, identificar los componentes y/o procesos clave en la regulación del ecosistema.

Al respecto del Medio Biótico, tiene por objetivo caracterizar la flora y la fauna presente en la Región Ecológica y en el área del proyecto.

En cuanto al aspecto socioeconómico, se describen las condiciones socioeconómicas, y la interacción de los factores antrópicos como causa de la modificación de su entorno natural. Este último análisis es clave para identificar las tendencias de deterioro del ecosistema, pues define las problemáticas ambientales que se presentan en la Región Ecológica resultado del aprovechamiento de los recursos.

La descripción del ecosistema, y la problemática ambiental a la que está expuesto, reflejan las condiciones ambientales existentes o línea base, y conjuntamente con las tendencias de desarrollo y deterioro de la región proporcionan los elementos con los cuales se establece el diagnóstico ambiental de la Región Ecológica, que permitirá prever la incidencia del proyecto y la capacidad de respuesta del ambiente ante su intervención por su desarrollo.

III.1. Delimitación de la Región Ecológica

La delimitación de la Región Ecológica surge de la necesidad de contar con una unidad geográfica de referencia que permita analizar, de forma integral, los componentes ambientales previo al desarrollo del proyecto. Al respecto,

VERSIÓN PÚBLICA

existen diferentes enfoques y técnicas para la delimitación de la Región Ecológica, uno de estos enfoques son las microcuencas hidrográficas (ver la siguiente tabla).

Tabla III. 1 Criterios para la delimitación de la Región Ecológica.

Elementos utilizados para la delimitación de la Región Ecológica	
Criterios para la delimitación	Debido a que la hidrología superficial define el funcionamiento regional, se utilizó la **microcuenca hidrográfica como unidad fundamental de análisis** por las siguientes razones: -Permite analizar el área como un sistema de entradas y salidas de materia y energía. -Facilita la planeación y manejo de recursos naturales (principalmente agua). Finalmente, la microcuenca delimitada corresponde al área de descarga de agua y sedimentos, que es donde el proyecto y su área de influencia tendrán incidencia.
Superficie de la Región Ecológica	39,515.47 hectáreas

La microcuenca se ha utilizado como una unidad de planeación y de manejo de los recursos naturales, principalmente en el manejo del agua, además de que tiene la ventaja de contar con elementos fácilmente identificables (ver la siguiente figura).

VERSIÓN PÚBLICA

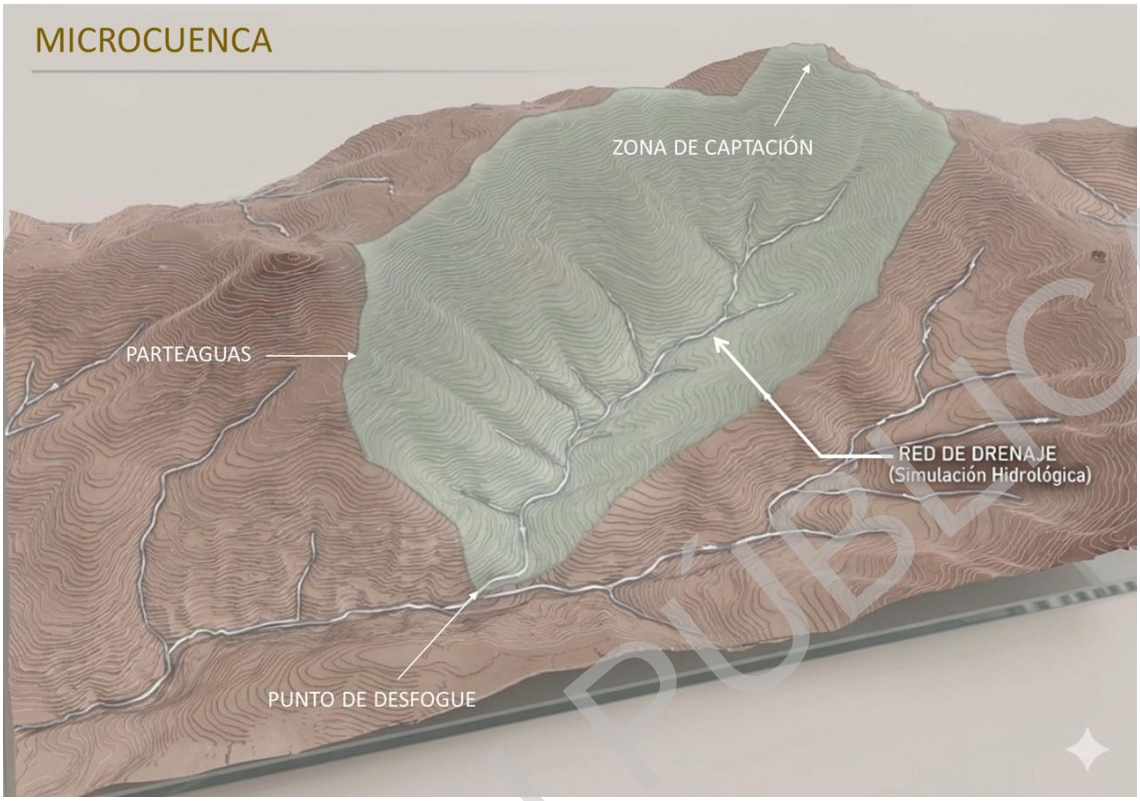


Figura III. 1 Partes de una cuenca hidrográfica

La ventaja de que el límite de la Región Ecológica sea a partir de una microcuenca hidrográfica, es porque permite analizar sus elementos como un sistema, ya que existen entradas y salidas de materia, energía e información. Así mismo, interconecta todo el espacio geográfico que la constituye a partir de los flujos hídricos superficiales y subterráneos, y los flujos de nutrientes, materia y energía (Wolker et al., 2006).

Para el análisis, planificación y manejo de las cuencas hidrográficas, estas se han subdividido bajo un esquema jerárquico, con el objeto de focalizar esfuerzos y encauzar recursos hacia áreas "clave" de la cuenca. Las unidades más utilizadas para subdividir o segmentar a una cuenca son las subcuencas y las microcuencas (Wolker et al., 2006; Villanueva, 2002). En el caso del presente proyecto, la delimitación de la Región Ecológica se basó en el límite de la microcuenca, y para ello se identificaron cada una de las unidades hidrográficas donde incidirá el proyecto (ver la siguiente figura).

VERSIÓN PÚBLICA

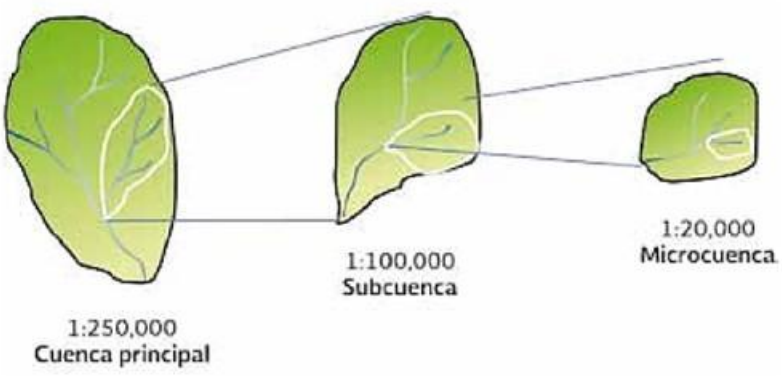


Figura III. 2 Delimitación de las cuencas hidrográficas.

Los insumos necesarios para la delimitación fueron la base topográfica e hidrológica superficial del INEGI, escala 1:50,000 con curvas de nivel a cada 20 m, auxiliándose de modelos de terrenos generados en un sistema de información geográfica (Arc Gis 10.8).

Así, de esta forma, se identificaron las unidades hidrográficas sobre las cuales se ubicará el proyecto (ver siguientes figuras):

- RH-36 Nazas - Aguanaval
- Cuenca R. Aguanaval
- Subcuenca R. Aguanaval - Nazarenos

VERSIÓN PÚBLICA

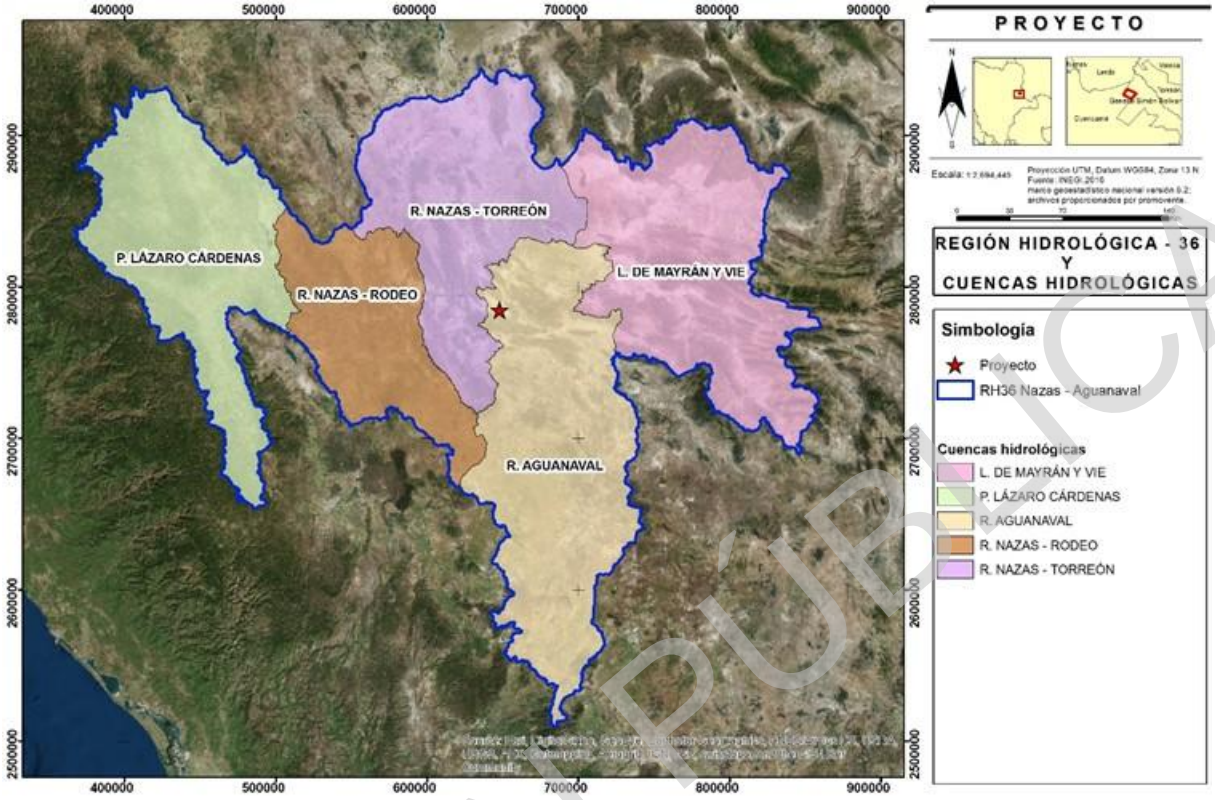


Figura III. 3 RH-36 y cuenca hidrológica donde incidirá el proyecto.

VERSIÓN PÚBLICA

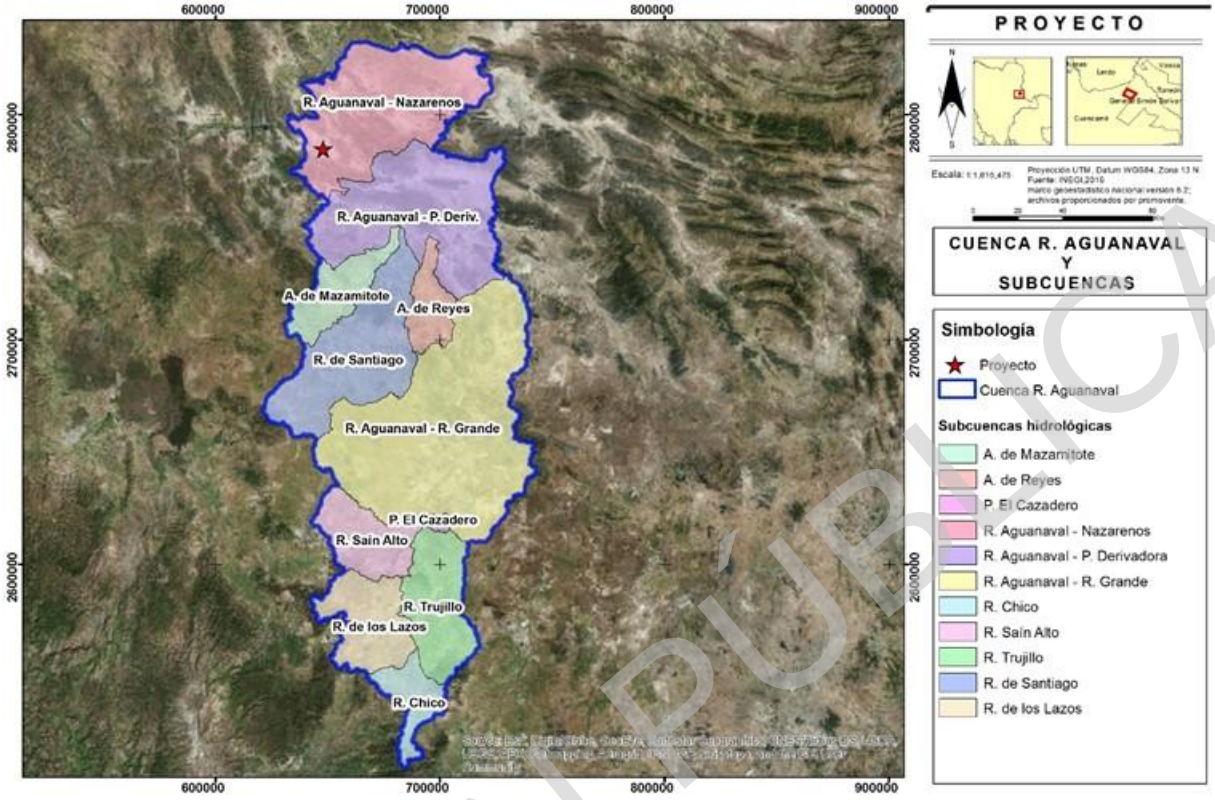


Figura III. 4 Cuenca R. Aguanaval y subcuencas hidrológicas.

En la siguiente figura se muestra la microcuenca delimitada al interior de la subcuenca R. Aguanaval – Nazarenos.

VERSIÓN PÚBLICA

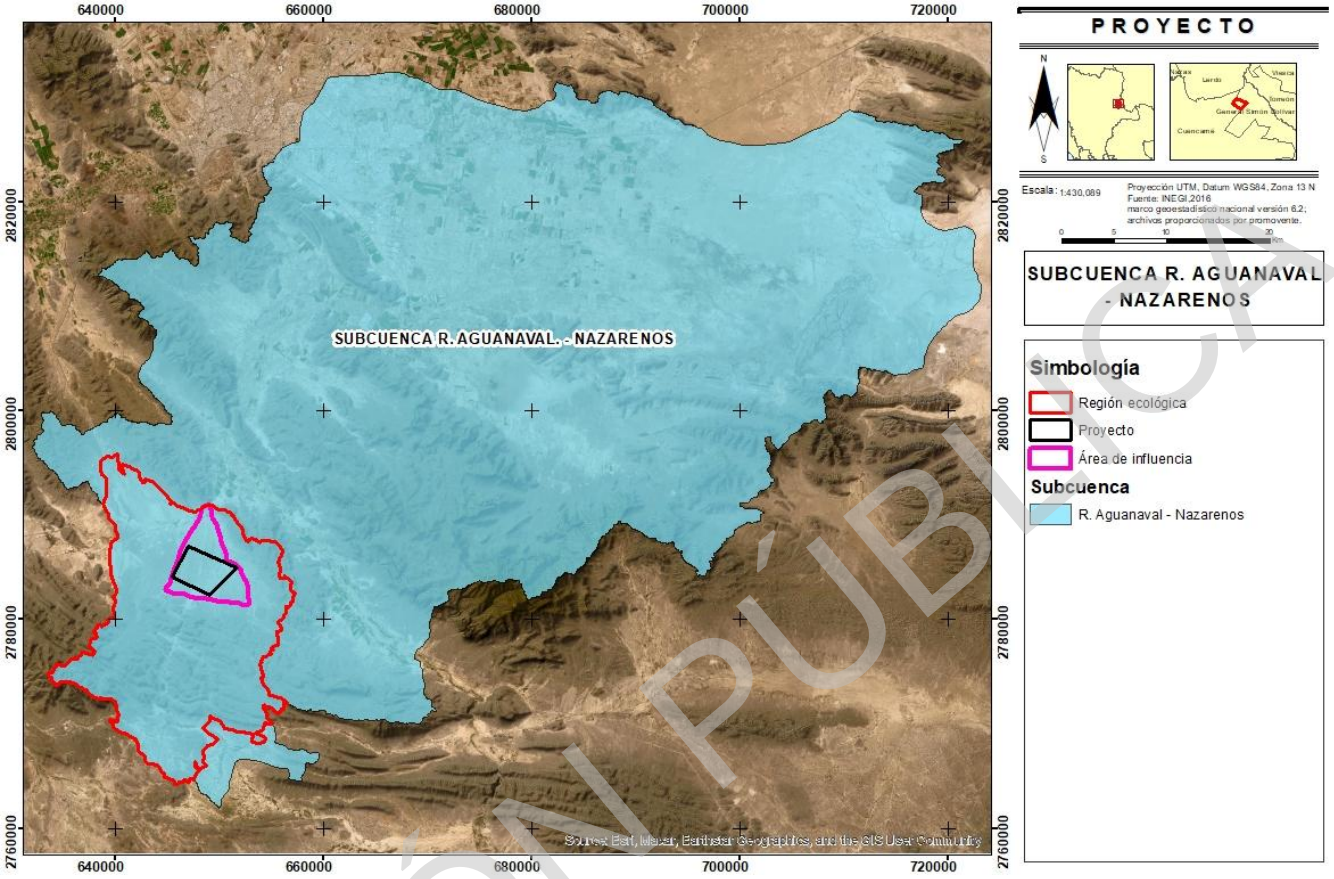


Figura III. 5 Subcuenca R. Aguanaval – Nazarenos, donde incidirá el proyecto.

Resumiendo lo anterior, el **criterio** para la **delimitación** de la Región Ecológica fue el de **microcuenca**, con lo cual la **superficie** resultante es de **39,515.47 hectáreas**.

La siguiente figura muestra la Región Ecológica delimitada para el proyecto.

VERSIÓN PÚBLICA

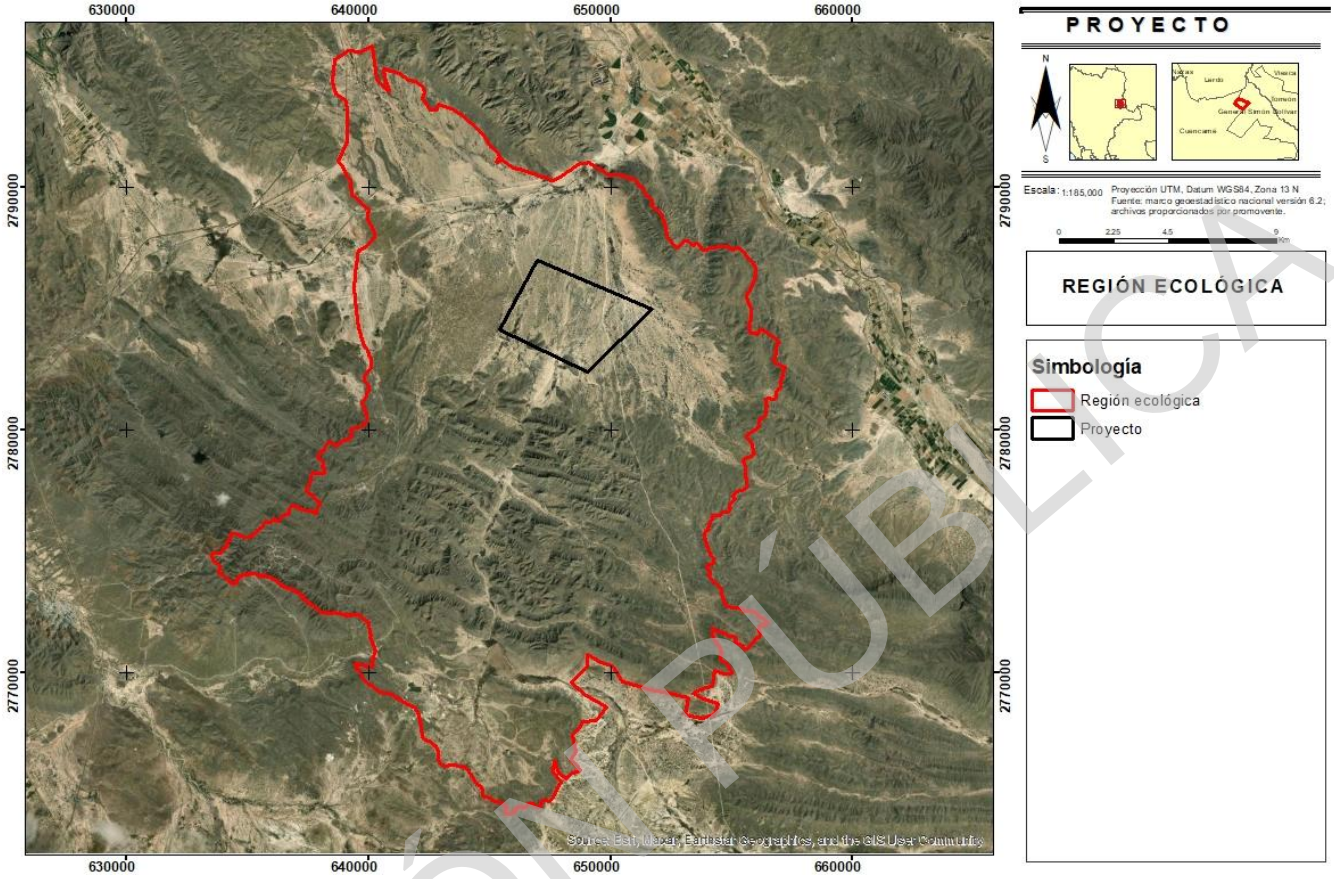


Figura III. 6 Límite de la Región ecológica.

Delimitación del Área de influencia

El **criterio** para la **delimitación** del **área** de **influencia** fue el de **nanocuenca hidrográfica,** ya que el componente hidrológico superficial es uno de los componentes críticos en la Región Ecológica para su funcionamiento; adicionalmente, conforme a la naturaleza del proyecto, y a la extensión e intensidad de los impactos ambientales previstos, no se prevé que sus efectos se manifiesten más allá del área de influencia.

A mayor referencia, la siguiente figura muestra el área de influencia, cuya **superficie** es de **4,034.48 ha**, y está delimitada bajo el criterio de nanocuenca hidrográfica.

VERSIÓN PÚBLICA

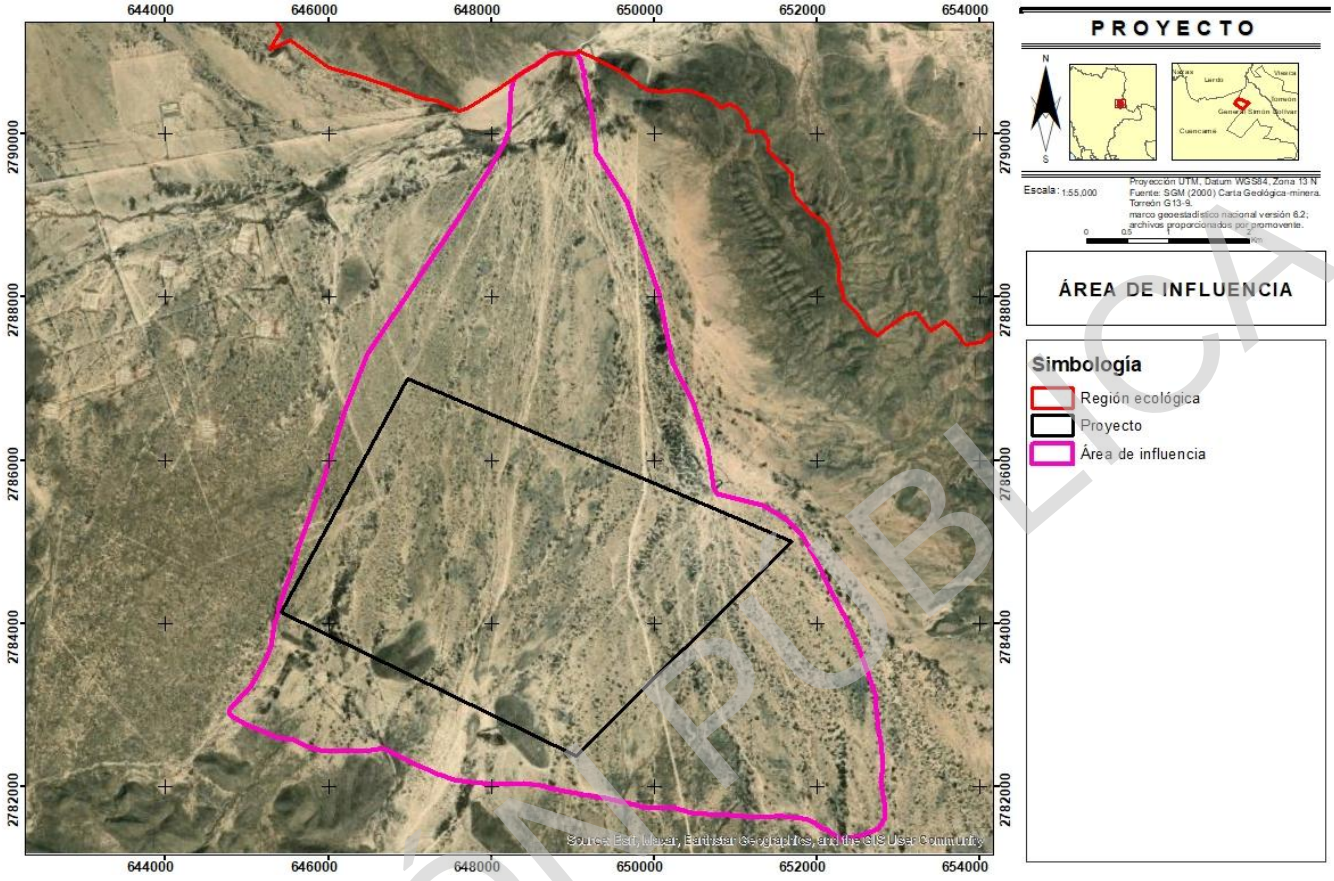


Figura III. 7 Área de influencia del proyecto.

Cabe mencionar que esta área de influencia queda inmersa dentro de la Región Ecológica del proyecto (ver la siguiente figura), por lo que las características ambientales del área de influencia son similares y no implican condiciones ambientales distintas a la Región Ecológica.

VERSIÓN PÚBLICA

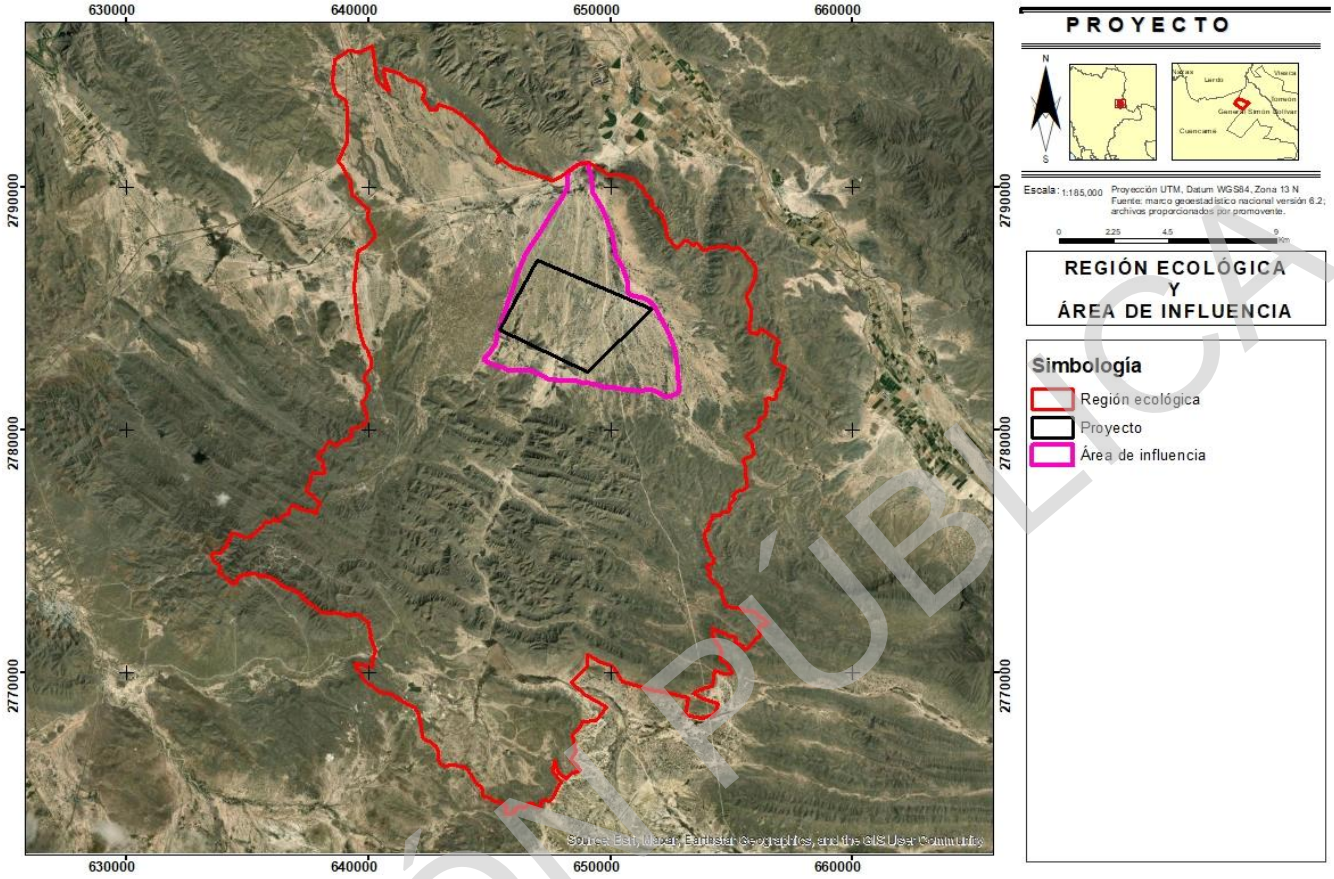


Figura III. 8 Límite de la Región ecológica, proyecto y su área de influencia.

III.2. Caracterización y análisis del medio abiótico

Una vez definida la Región Ecológica, para llevar a cabo la caracterización del medio Abiótico se consideró la integración e interacción de cada uno de los procesos y componentes climáticos, hidrológicos, geomorfológicos, geológicos y edáficos, así como la relación del aprovechamiento antrópico sobre los componentes ambientales antes mencionados, donde es importante resaltar los aspectos sociales, económicos y culturales, por estar relacionados con el uso y explotación de los recursos naturales.

VERSIÓN PÚBLICA

III.2.1. Procesos climáticos

El clima que presentan la Región Ecológica, el área del proyecto y su área de influencia están condicionados por dos factores geográficos que son la latitud y el relieve. En el caso de la latitud, se ubican en una latitud mayor de 25°, correspondiente a la franja tropical, la cual se caracteriza por presentar altas presiones, precipitaciones escasas, normalmente inferiores a los 250 mm anuales, ya que la circulación vertical del aire descendente impide el desarrollo de nubes, el aire al bajar aumenta su temperatura y por lo tanto aumenta su capacidad de contener vapor de agua.

Con respecto al relieve, la Región Ecológica, el área del proyecto y su área de influencia se encuentran entre dos grandes morfoestructuras del relieve que limitan la entrada de humedad del océano, y son la Sierra Madre Occidental y la Sierra Madre Oriental. Esta disposición en el relieve genera que cuando el aire húmedo proveniente del océano es forzado a elevarse para cruzar la sierra, forma densas nubes que producen precipitaciones sobre la ladera de barlovento (ladera donde sopla el viento). Mientras el aire que desciende por la ladera de sotavento ha perdido su humedad, generando un clima más cálido y seco (ver la siguiente figura).

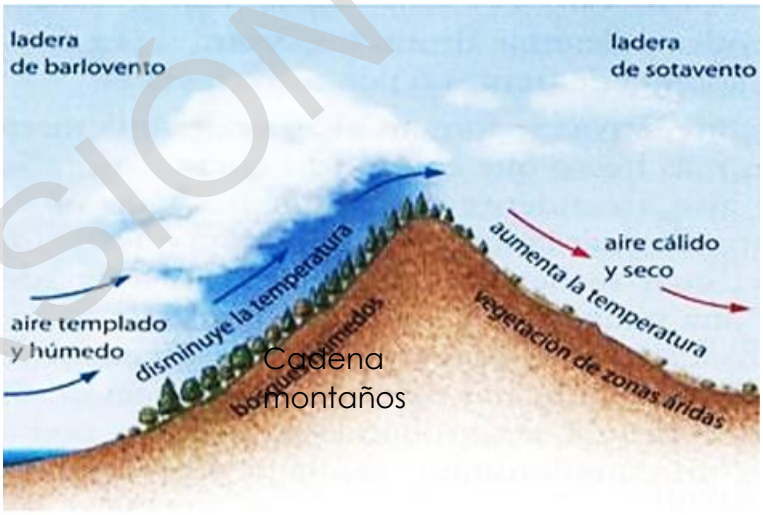


Figura III. 9 Condiciones orográficas que limitan la entrada de humedad a la Región ecológica.

Por lo anterior, el tipo de clima predominante en la Región ecológica, el área del proyecto y su área de influencia es el Muy seco semi cálido (BWhw(w)) que, de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por Enriqueta

VERSIÓN PÚBLICA

García, para las condiciones de México, presenta lluvias en verano y un invierno fresco, con un porcentaje de lluvia invernal menor al 5% (ver la siguiente figura).

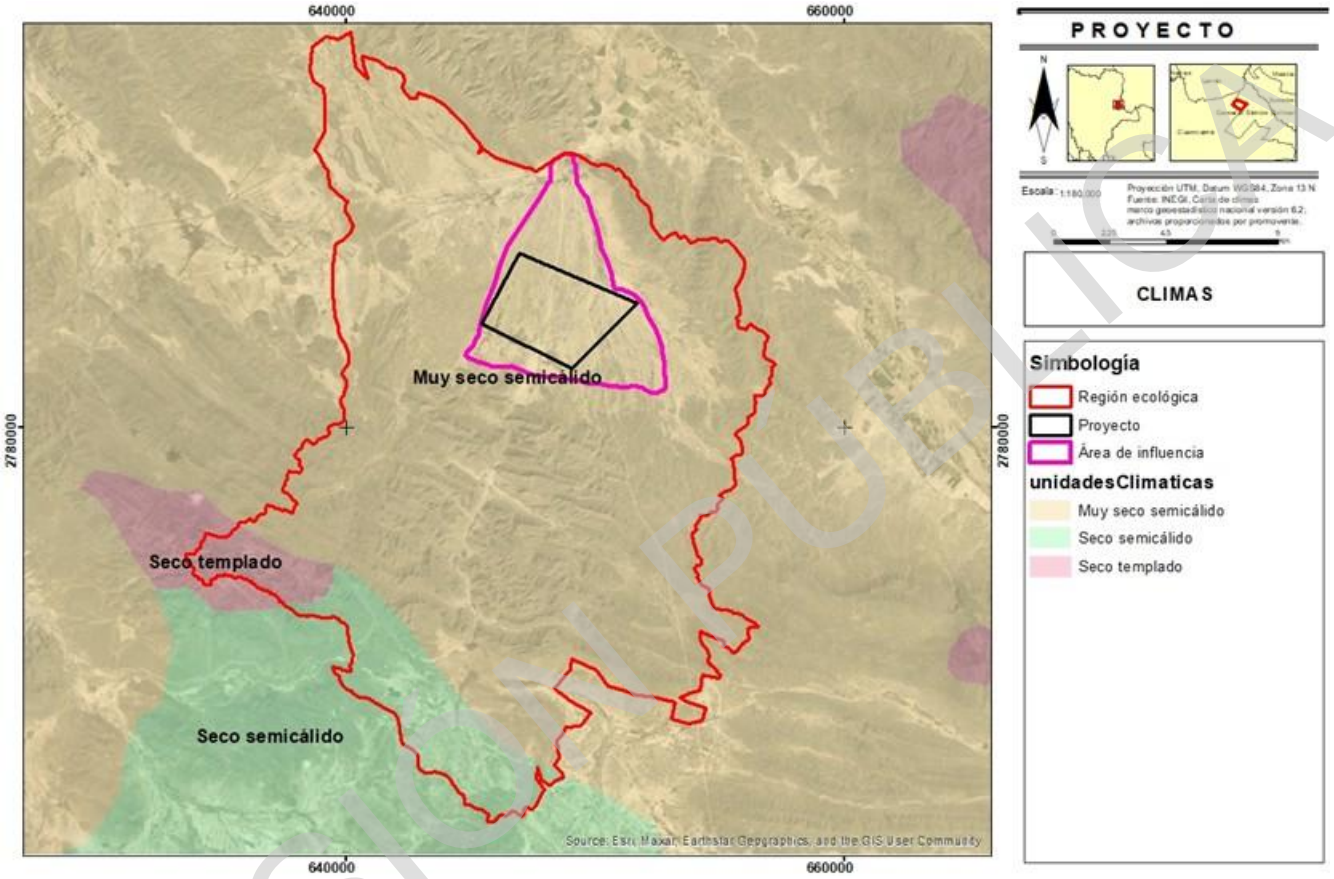


Figura III. 10 Distribución del clima en la Región ecológica, proyecto y su área de influencia.

De acuerdo con la estación de Pedriceña, que es la más cercana a la Región ecológica, al proyecto y su área de influencia (cuyos datos son del periodo 1943-2020), al año se tienen dos periodos muy marcados:

- Temporada seca (noviembre a mayo): Presenta lluvias mínimas, con precipitaciones muy bajas entre febrero y abril (53 mm – 35.02mm).

- Temporada de lluvias (mayo a octubre): Los meses que registran la mayor cantidad de lluvia son julio con 509.5 mm y septiembre con 650 mm, tal y como se muestra en la siguiente figura.

- **En relación a la precipitación media mensual, se mantiene estable** entre 49.7–78.1 mm en los meses lluviosos, con un ligero pico en agosto (78.1 mm).

VERSIÓN PÚBLICA

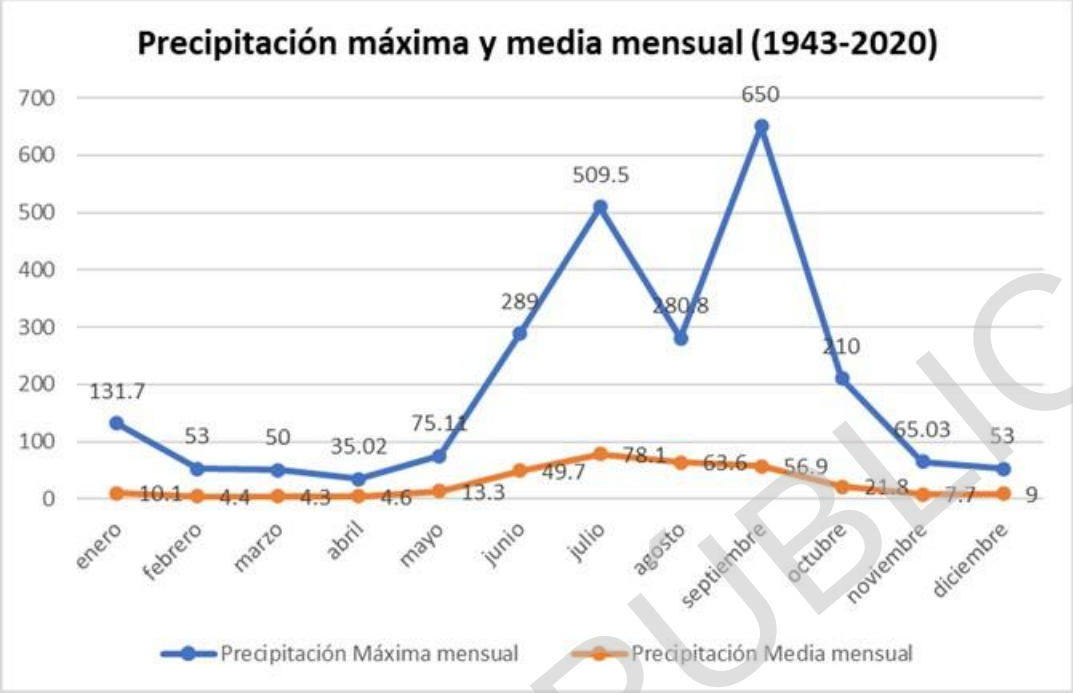


Figura III. 11 Comportamiento de la precipitación en la estación de Pedriceña, durante el periodo 1943-2020.

La precipitación media anual es de 296.6 mm, y la evaporación potencial promedio es de 1,810.3 mm al año, con mayores pérdidas de agua de marzo y junio con más de 200 mm mensuales, y sólo el mes de diciembre con menos de 100 mm.

En relación a la temperatura la siguiente gráfica muestra un clima con un periodo de calor muy prolongado y variaciones de temperatura bien definidas:

- Temperaturas medias mensuales (Línea naranja): El mes más cálido en promedio es junio (25.4 °C), mientras que el invierno registra los promedios más fríos en enero (13.5 °C) y diciembre (13.8 °C).
- Temperaturas máximas mensuales (Línea azul): La temperatura máxima se presenta de abril a septiembre, con registros de 39.8°C a 39.2°C, respectivamente, alcanzando los picos más extremos en abril y mayo con 39.8 °C.

VERSIÓN PÚBLICA

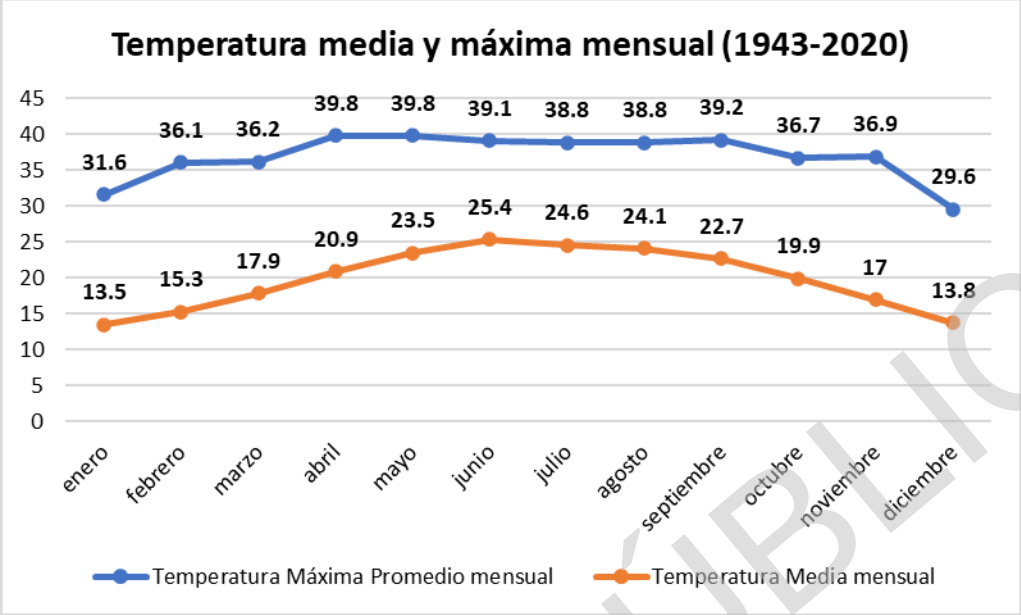


Figura III. 12 Comportamiento de la temperatura en la estación de Pedriceña, durante el periodo 1943-2020.

Cabe mencionar que en la Región Ecológica existen factores climáticos que influyen en su funcionamiento, tal es el caso de los nortes y las sequías. Particularmente, los nortes son masas de aire polar que fluyen desde Canadá y Estados Unidos y que originan descensos drásticos de temperatura, con vientos irregulares, provocando, en algunas ocasiones, precipitaciones pluviales. Durante el invierno, con las masas de aire frío, y cuando hay más contraste de temperatura en el día y la noche, se producen corrientes que dan lugar a fuertes tormentas de polvo y arena, características de la región.

En cuanto a la **sequía** de acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos, la Región ecológica y el área del proyecto (ver la siguiente figura) presentan un nivel de peligro medio (CONAGUA, 2020). De acuerdo con la CONAGUA que cuenta con registros de eventos de sequía extrema, en el año 2011, 33 municipios estaban con sequía extrema y 6 municipios registraban sequía moderada. Posteriormente, en mayo de 2021, 36 municipios del estado de Durango presentaron nuevamente sequía extrema y 3 con moderada. Es así que la sequía de 2011 se consideró como una de las más devastadoras en la historia del campo mexicano porque afectó al 90% del territorio nacional. Durango fue uno de los estados más damnificados, acumuló 19 meses sin recibir lluvia.

VERSIÓN PÚBLICA

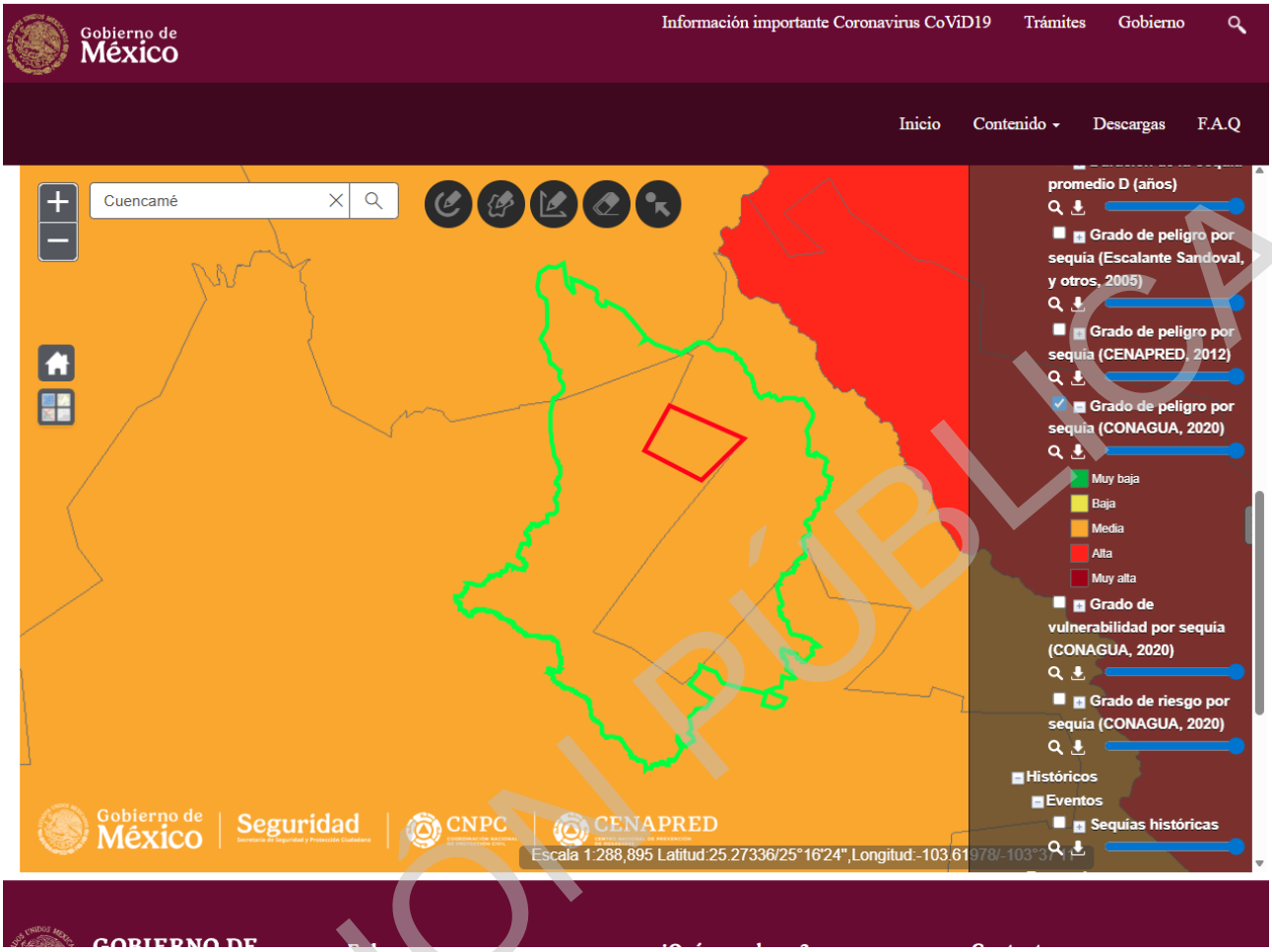


Figura III. 13 Grado de peligro por sequía en la Región ecológica y área del proyecto.

Fuente: http://atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html

Con lo anterior, una de las problemáticas que inciden en el funcionamiento del ecosistema son las escasas precipitaciones, la alta evaporación y en consecuencia la sequía. Este contexto será ajeno al desarrollo del proyecto, y su emplazamiento no generará una modificación en las condiciones climáticas.

III.2.2. Procesos geológicos

La historia geológica del Bolsón del Mapimí, que es la región donde se ubica la Región Ecológica, el proyecto y su área de influencia, indican un ambiente de depósitos de tipo marino, principalmente carbonatos y, en menor proporción, evaporíticos durante el Mesozoico, éstos se depositaron sobre un basamento Paleozoico y Precámbrico; posteriormente, algunas rocas fueron emplazadas durante el Terciario por un arco continental, y

VERSIÓN PÚBLICA

subsecuentemente se convierte en una falla transformante que marca los límites entre los terrenos Sierra Madre y Coahuila. El rasgo fisiográfico más característico en la parte norte del territorio nacional es la flexión que sufre la Sierra Madre Oriental, que adquiere una dirección este-oeste, desde Monterrey hasta Torreón.

De acuerdo con el perfil estratigráfico del sitio donde se ubicará el proyecto, se reconoce que la unidad más antigua es la formación Cupido del periodo Mesozoico inferior, la cual está constituida de mudstone[1] que varía a wackestone[2], con nódulos de pedernal negro. Sobreyaciendo a la unidad anterior, se presenta la Formación aurora o Treviño que consiste en calizas fosilíferas, con nódulos de pedernal y fauna de miliólidos, rudistas, conodontos y nerineas. Posteriormente, se presenta la Formación Cuesta del Cura que consiste de mudstone – wackstone, con laminaciones, nódulos y bandas de pedernal negro; pertenece al Albiano medio-Cenomaniano inferior.

Sobreyaciendo a las rocas del Mesozoico y rellenando fosas, aflora un conglomerado continental (Formación Ahuichila) compuesto de fragmentos de caliza, areniscas y limolita, en una matriz areno-arcillosa, que en la base presenta yesos y horizontes delgados de caliza.

En la siguiente figura se muestra la distribución de las rocas en la Región Ecológica, el proyecto y su área de influencia.

VERSIÓN PÚBLICA

[1] Mudstone: Referido a rocas carbonáticas, las compuestas por barro micrítico y menos de 10% de granos. Ver clasificación de Dunham (1962).

[2] Wackestone: una roca carbonatada que es apoyado matriz y contiene más de 10% aloquímicos en una matriz de carbonato de barro.

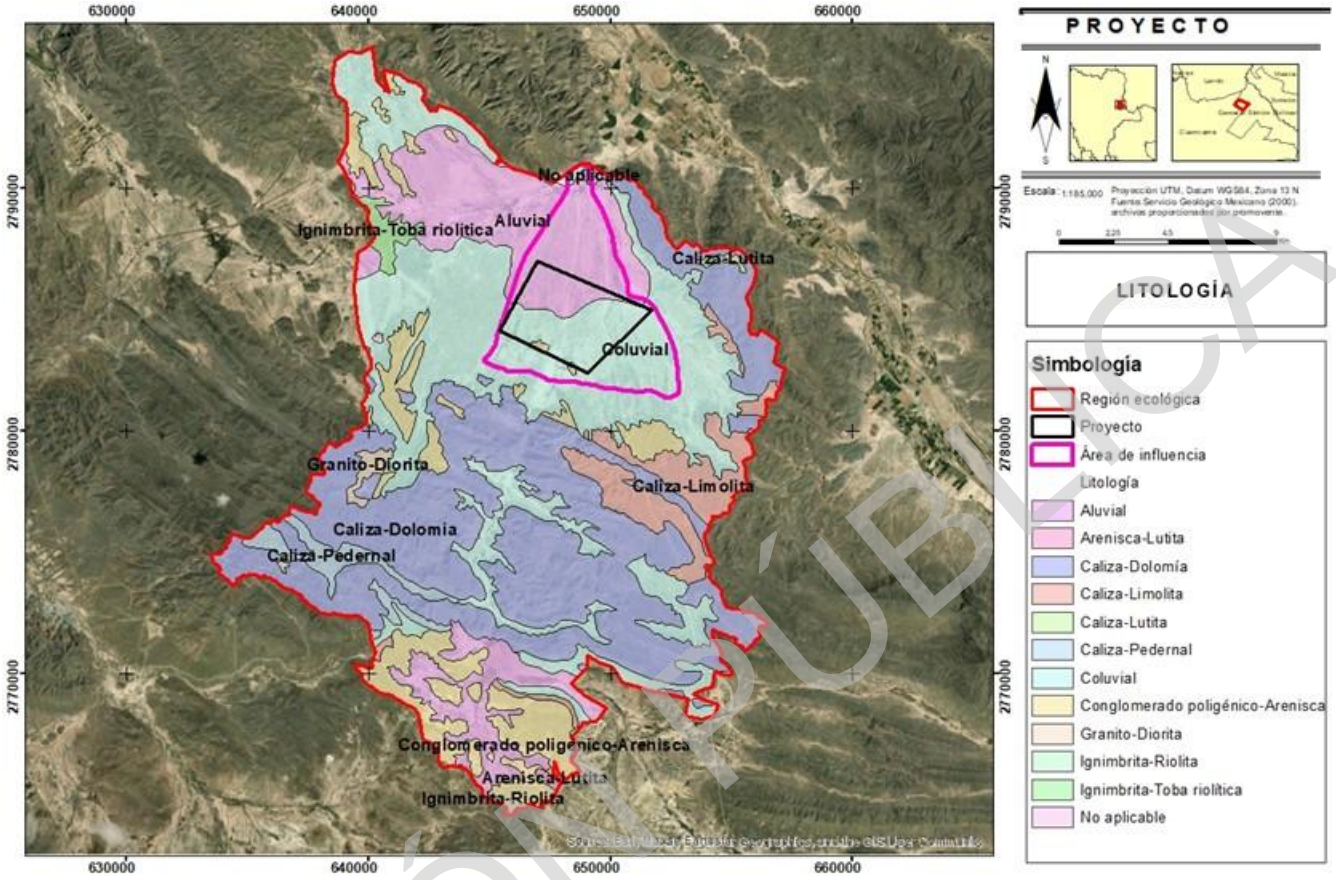


Figura III. 14 Distribución de las rocas en la Región ecológica, el proyecto y su área de influencia.

Fuente: SGM (2000) Carta Geológica-minera. Torreón G13-9. Coahuila, Durango y Zacatecas.

III.2.3. Riesgos de origen geológico

a) Sismicidad

De acuerdo con el mapa de peligro sísmico 2015, realizado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), el territorio mexicano está dividido en cuatro grandes zonas, según su grado de peligrosidad: A, B, C y D, de menor a mayor, respectivamente (ver siguiente figura). Esta clasificación, conocida como regionalización sísmica, tiene como objetivo, proporcionar la información necesaria para fijar los requisitos mínimos que deben seguir los proyectistas, diseñadores y constructores en las edificaciones y otras obras civiles, de tal manera que éstas resulten suficientemente seguras ante los efectos producidos por un sismo.

VERSIÓN PÚBLICA

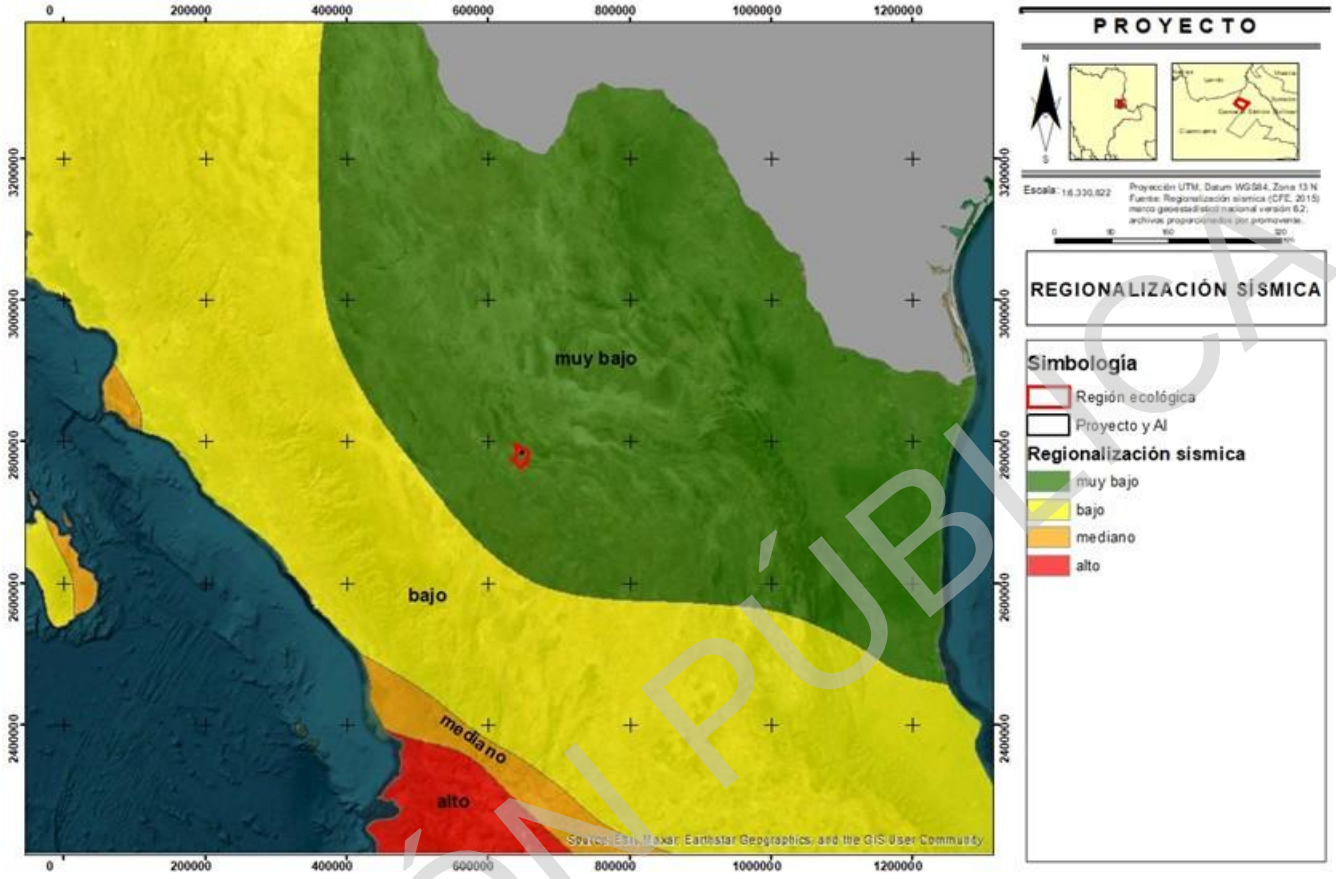


Figura III. 15 Regionalización sísmica.
Fuente: CFE (2015)

Tal como lo muestra la figura anterior, la Región Ecológica proyecto y su área de influencia, incidirán en la zona de peligro Muy Bajo, en donde no se tienen registros históricos de sismos en los últimos 80 años, y en donde no se esperan amplificaciones del suelo mayores a un 10% de la gravedad, por lo que no se prevé que dichas áreas estén expuestos a este riesgo geológico.

b) Volcanes

Un volcán es una abertura de la tierra por donde sale el magma (roca fundida) de su interior, por la acumulación de capas de lava y cenizas, los volcanes generalmente tienen forma de montaña. Los materiales también pueden ser emitidos a lo largo de fracturas, fisuras y conos adventicios en zonas volcánicas. Las cenizas de los volcanes son fragmentos de roca del tamaño de la arena y la gravilla que se pulverizan durante las explosiones volcánicas. Cuando bajo un volcán se acumulan materiales muy calientes (magma), la presión y la temperatura pueden hacer

VERSIÓN PÚBLICA

que salga en forma de lava, ceniza, rocas, vapores y gases, produciéndose una erupción, que puede ser de varios tipos.

En ocasiones, los materiales de la erupción salen lentamente, principalmente como lava (roca líquida fundida); en otros casos, los materiales pueden salir de forma violenta y explosiva, generando grandes cantidades de cenizas y gases que pueden ser muy destructivos. Cuando la actividad de algún volcán evoluciona hacia un nivel mayor, generalmente se espera que se presenten manifestaciones tales como actividad sísmica, deformación del suelo, cambios en la composición química del agua, emanaciones de gas y vapores que salen de las fumarolas, que puedan ser detectadas por los sistemas de monitoreo, antes de que se desarrolle una actividad volcánica mayor.

En el caso de la RegiónEecológica, el volcán activo más cercano es el campo volcánico Ventura, el cual se localiza al sureste de la Región ecológica, a una distancia considerable de 410 km, tal y como se muestra en la siguiente figura, por lo que se descarta que el proyecto esté expuesto a este riesgo geológico.

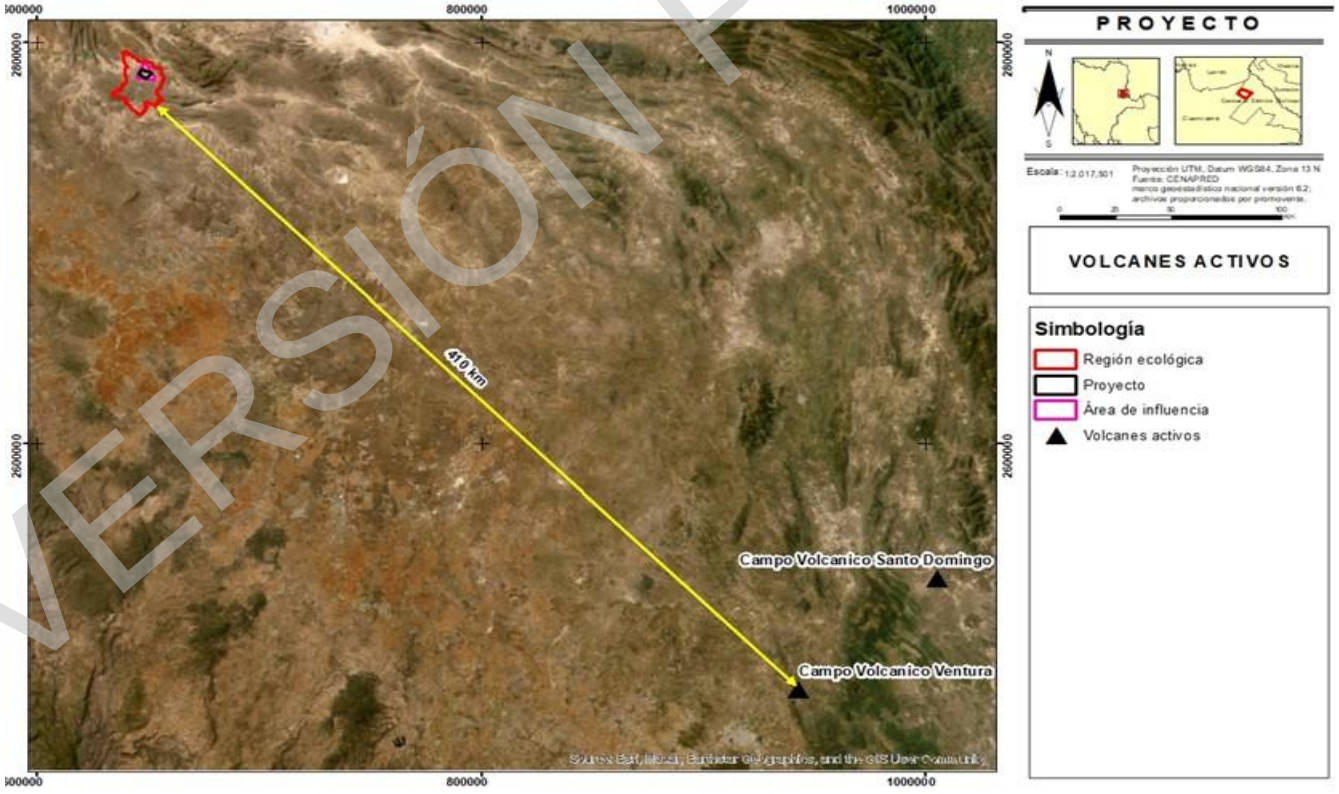


Figura III. 16 Volcanes activos
Fuente: Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

VERSIÓN PÚBLICA

c) Fallas y fracturas

De acuerdo con el mapa de fallas y fracturas del INEGI, en la Región Ecológica se tiene el registro de dos estructuras geológicas que se denominan ejes estructurales, lo cual hace referencia a pliegues; es decir, a la deformación de las rocas. Una roca se pliega cuando una superficie de referencia definida antes del plegamiento como plana, se transforma en una superficie curva. El plegamiento es tanto mayor cuanto más numerosas y fuertes son las variaciones de buzamiento. Las rocas en las que se aprecia el plegamiento con mayor facilidad son las sedimentarias, cuyos planos de estratificación se muestran como buenos planos de referencia. En las rocas ígneas, cristalinas y de aspecto masivo, resulta más compleja la identificación de pliegues por la escasez de estructuras planares de referencia. Respecto a las fallas y fracturas, **no** se tiene registro de ellas en la Región Ecológica, tal y como se evidencia en la siguiente figura, por lo que **ni el área del proyecto, ni su área de influencia** estarán expuestas a peligros por presencia de fallas geológicas.

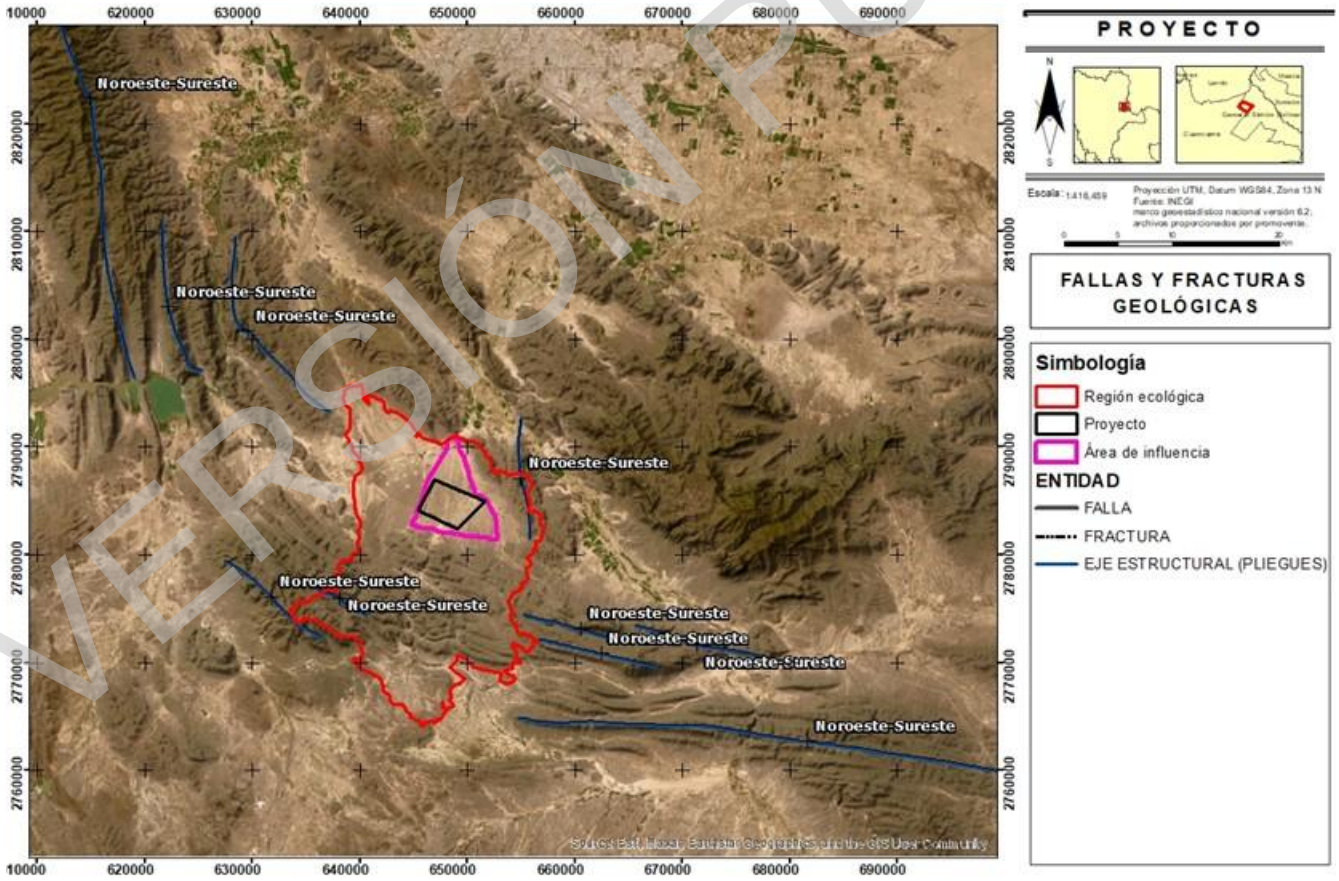


Figura III. 17 Fallas y fracturas geológicas.
Fuente: INEGI

VERSIÓN PÚBLICA

III.2.4. Fisiografía

La Región ecológica incidirá sobre dos grandes morfoestructuras del relieve que son la provincia Sierra Madre Oriental (90% de la Región ecológica) y el restante a la provincia fisiográfica Mesa del Centro (10% de la Región ecológica). Por su parte, el proyecto y su área de influencia, incidirán solo en la provincia Sierra Madre Oriental, tal como se muestra en la siguiente figura.

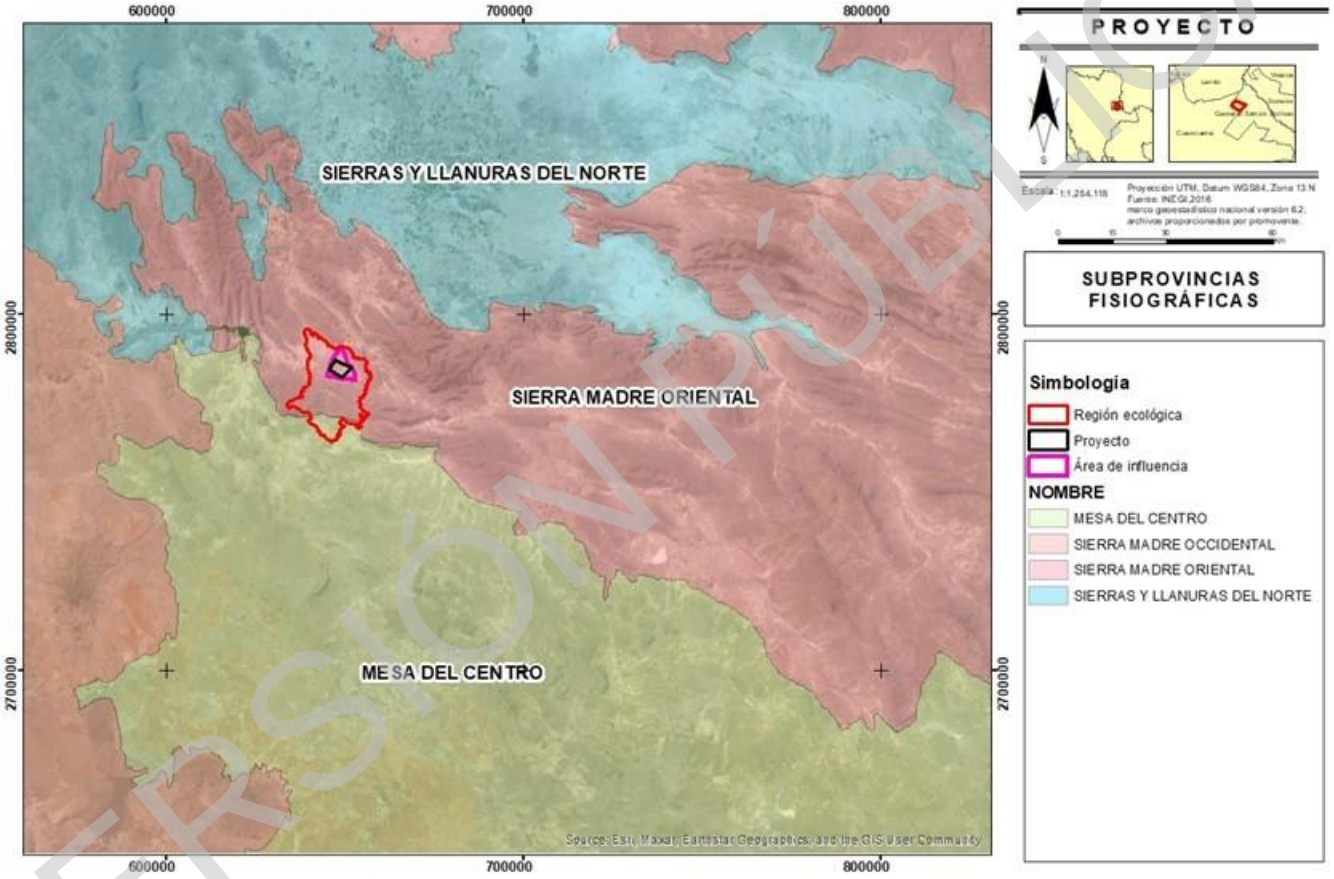


Figura III. 18 Provincias fisiográficas donde incidirán la Región ecológica, el proyecto y su área de influencia.

En cuanto a subprovincias fisiográficas, la Región ecológica incidirá en dos: las Sierras Transversales, y Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande, incidiendo el proyecto y su área de influencia solo en las Sierras Transversales (ver la siguiente figura).

VERSIÓN PÚBLICA

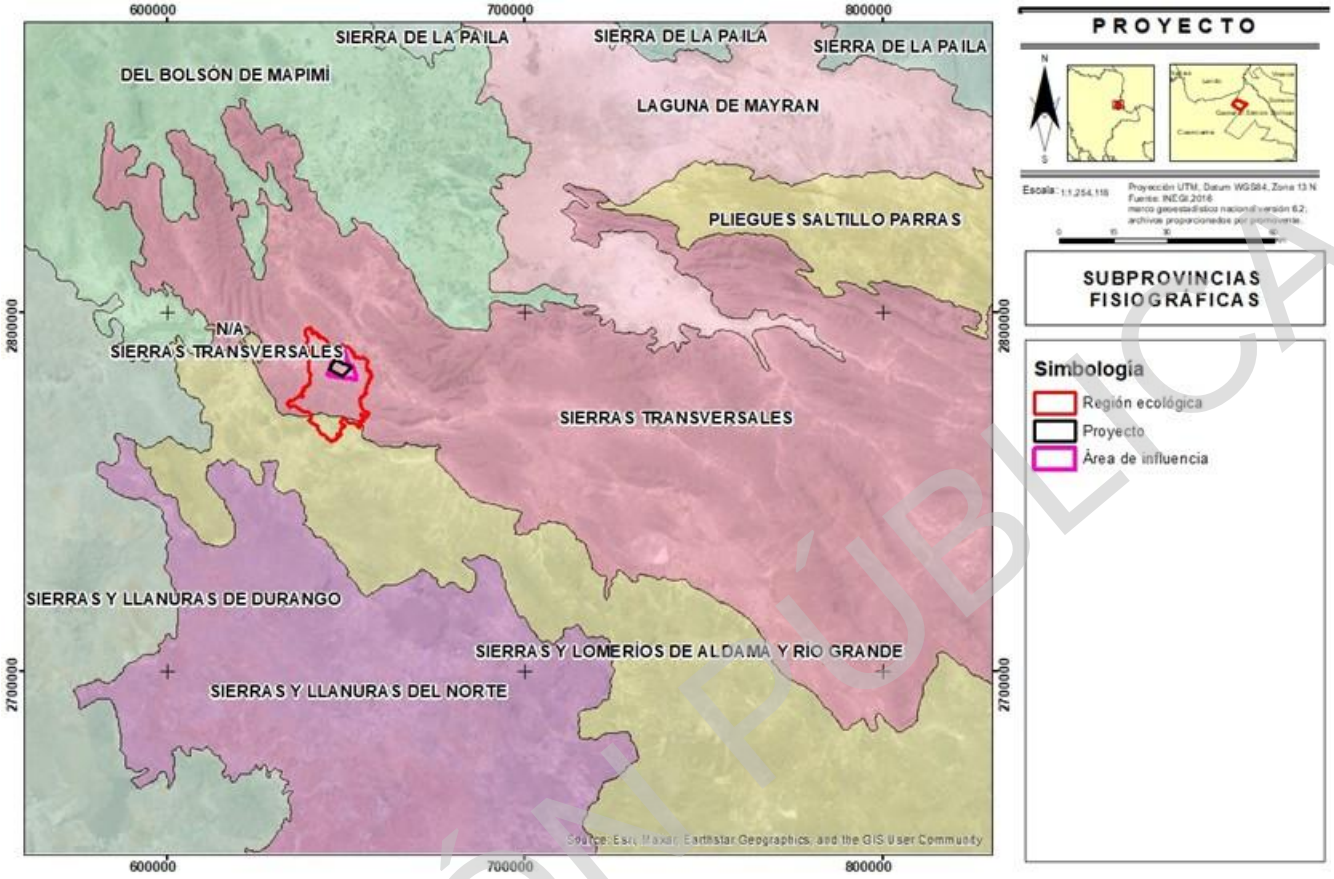


Figura III. 19 Subprovincias fisiográficas donde incidirán la Región ecológica, el proyecto y su área de influencia.

La subprovincia Sierras Transversales ocupa la mayor superficie de la Región Ecológica (más de un 80%), y se caracteriza por presentar ejes estructurales de caliza, tales como La Candelaria que bordea por el sur a la ciudad de Torreón Coahuila. Esta subprovincia también presenta planicies aluviales áridas. La importancia de esta morfoestructura es que geológicamente sus sierras están constituidas de calizas con diferente grado de permeabilidad, y además presentan fracturamientos que permiten la permeabilidad secundaria hacia el subsuelo.

III.2.5. Procesos geomorfológicos

La Región Ecológica incidirá en la Sierra Madre Oriental. Esta cadena montañosa representa a un cinturón plegado y cabalgado generado principalmente por deformación de cobertura temprana, y de forma subordinada por la influencia de deformación de basamento tardía (Padilla y Sánchez, 1982; Marrett y Aranda–García, 1999; Eguiluz de Antuñano et al., 2000; Zhou et al., 2006).

VERSIÓN PÚBLICA

Las fuerzas internas de plegamiento y sedimentación regional es lo que dio lugar a las características geomorfológicas de la Región Ecológica. En la siguiente figura se muestran las principales unidades geomorfológicas dentro de la Región Ecológica.

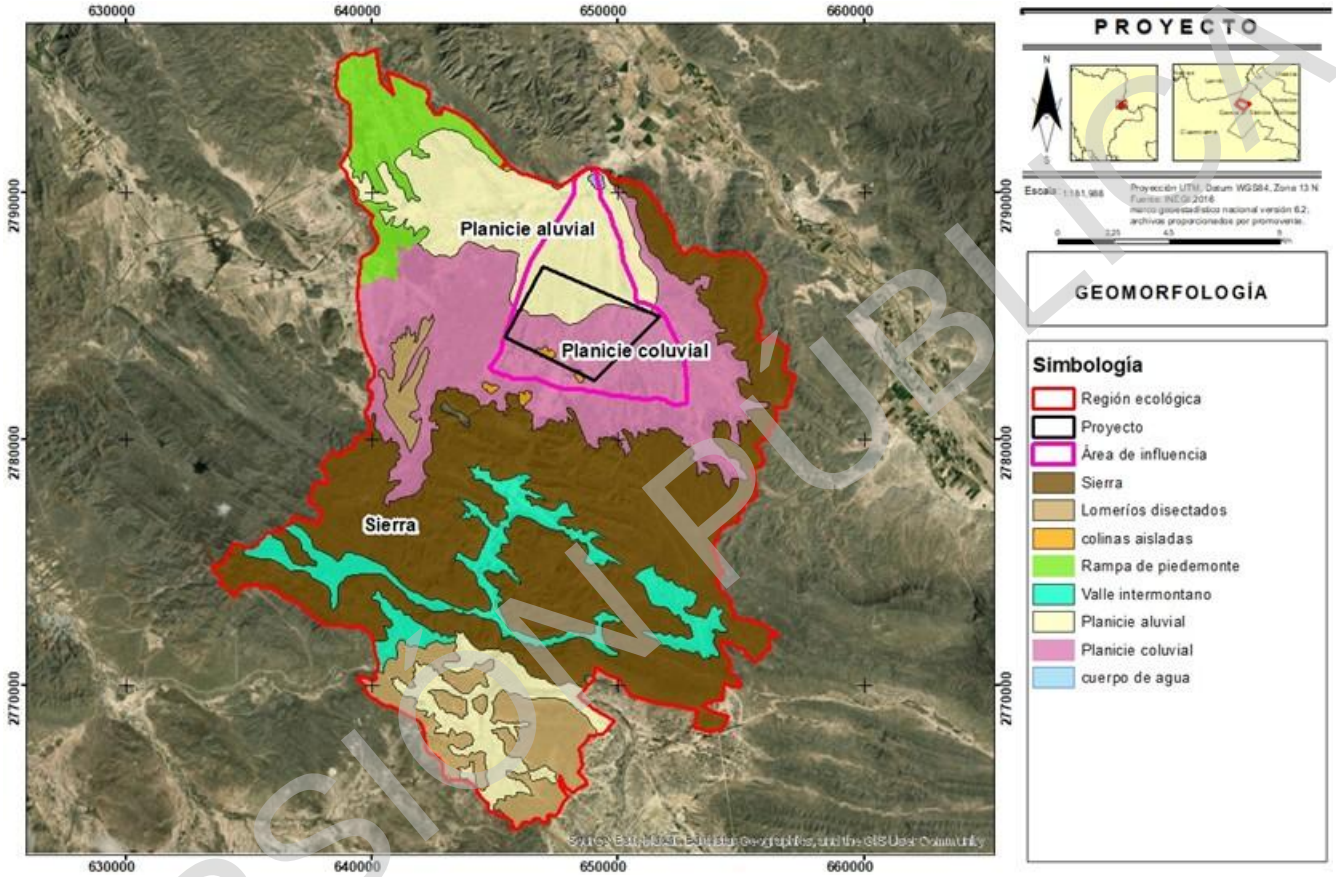


Figura III. 20 Unidades geomorfológicas de la Región ecológica.

A continuación, se describen las características de cada una de las unidades del relieve de la Región ecológica.

Sierras o elevaciones mayores

La cabecera de la microcuenca presenta una serie de elevaciones mayores como son las sierras de San Lorenzo (ver la siguiente figura), El Jagüey, Patrón, La Pedrera, y El Maguey. En cuanto a los cerros dentro de la Región Ecológica, se pueden mencionar el C. El Piloncillo y el C. El Trovador, los cuales forman parte de la Sierra San Lorenzo y de la Sierra La Pedrera.

VERSIÓN PÚBLICA



Figura III. 21 Vista de la Sierra de San Lorenzo.

La alta disección del relieve, por el fracturamiento de la sierra, genera una alta densidad en la red de drenaje con un arreglo ortogonal. De esta forma, los principales procesos geomorfológicos que ocurren en esta unidad es la disección por los procesos erosivos, aunque este proceso es lento por los bajos niveles de precipitación.

Dentro de esta unidad se presentan suelos Leptosoles. La relevancia ambiental de esta unidad es que a escala de la Región Ecológica representan las zonas productoras de agua y sedimentos hacia las zonas de la planicie.

Planicies

En cuanto a la planicie, sus pendientes por lo general son muy bajas, por lo que representa un relieve plano con la presencia de algunas colinas aisladas. Dentro de la planicie fluyen arroyos estacionales, que desembocan hacia el R. Aguanaval. Esta unidad presenta una diferenciación por el tipo de sedimentos que le dieron origen, por lo que de acuerdo con los datos vectoriales del Servicio Geológico Mexicano la planicie inmediata a las sierras de San Lorenzo y La Pedrera corresponde a materiales coluviales, y tales sedimentos son resultado de la acción de la fuerza de gravedad (ver la siguiente figura).

VERSIÓN PÚBLICA



Figura III. 22 Planicie vista desde el Cerro de La Angostura al NE de la Región ecológica.

Por otro lado, la planicie ubicada en la porción más baja e inmediata a la salida de la microcuenca, está conformada de sedimentos aluviales provenientes de la sierra y resultado del arrastre de sedimentos por efecto de las corrientes fluviales (ver la siguiente figura). Dentro de la planicie, el tipo de suelo que se presentan son los Calcisoles. Los espesores de sedimentos de la planicie, posiblemente permitan que los primeros procesos de infiltración ocurran en la sierra y, una vez llegando a la planicie, el transporte del agua ocurra de forma subsuperficial.

VERSIÓN PÚBLICA



Figura III. 23 Planicie aluvial.

Lomeríos bajos disectados

Los lomeríos bajos disectados están formados de conglomerados de calizas, areniscas y limolitas, forman parte de la Formación Ahuichila, la cual consistió en una etapa de rellenamiento de fosas y de erosión de las rocas. Estas unidades del relieve forman parte de las unidades más susceptibles a la erosión. Esta unidad del relieve presenta suelos Leptosoles.

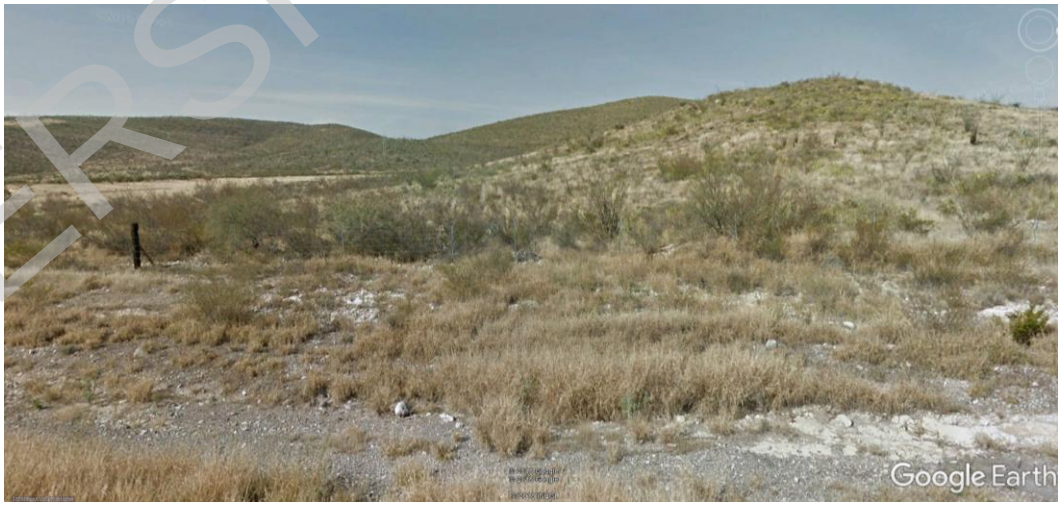


Figura III. 24. Lomerío bajo visto desde la carretera Torreón Río Grande (hacia el extremo norte de la Región ecológica).

VERSIÓN PÚBLICA

Valles intermontanos

Los valles intermontanos también denominados planicies intermontanas, o valles interserranos, es un relieve que se presenta sobre las sierras de la Región Ecológica. Este relieve es de origen tectónico estructural resultado del fracturamiento de la Sierra de San Lorenzo, y está sujeto a la modelación por la erosión fluvial. Sobre esta unidad del relieve se reconoce el cauce del arroyo intermitente de San Diego que aguas abajo se extiende hacia la planicie.



Figura III. 25 Valle intermontano.

VERSIÓN PÚBLICA

III.2.6. Proceso hidrológico superficial

La relevancia de la caracterización y análisis del componente hidrológico superficial, se basa en que constituye uno de los principales procesos que definen el funcionamiento de los ecosistemas presentes. El proceso hidrológico asegura la producción de agua, transporte, recarga y descarga del agua superficial, así como los procesos naturales de transporte de sedimentos a lo largo de la unidad hidrográfica.

Al respecto, la Región Ecológica se ubica dentro de la Región Hidrológica 36 "Nazas – Aguanaval", la cual se extiende desde la Sierra Madre Oriental hasta las Lagunas de Viesca y Mayrán. Esta Región Hidrológica se conforma de cuencas endorreicas que antes del represamiento de los ríos Nazas y Aguanaval, sus escurrimientos desembocaban en la región conocida como la Comarca Lagunera, donde anteriormente se presentaban lagos.

La disposición de la red hidrográfica de la Región Hidrológica cumple con las características de una cuenca alóctona, la cual se caracteriza por ser de gran extensión, con una amplitud de las cuencas centrales. Las cuencas y subcuencas se encuentran delimitadas por un fuerte control estructural conferido por las primeras etapas en su formación geológica. Este origen ha definido que la red fluvial muestre desde la escala de la cuenca una red fluvial con rumbos multidireccionales, por lo que la red aparenta una desorganización hidrográfica.

Es importante señalar que al interior de la RH – 36 "Nazas – Aguanaval", se muestra una diferenciación de los procesos hidrológicos y sedimentarios, lo cual depende de las zonas funcionales (alta, media y baja) de la RH-36.

En la siguiente figura se muestran las zonas funcionales, alta, media y baja de la RH-36. Estos límites, además de mostrar una diferenciación en el paisaje físico, también definen el aprovechamiento de los recursos naturales.

VERSIÓN PÚBLICA

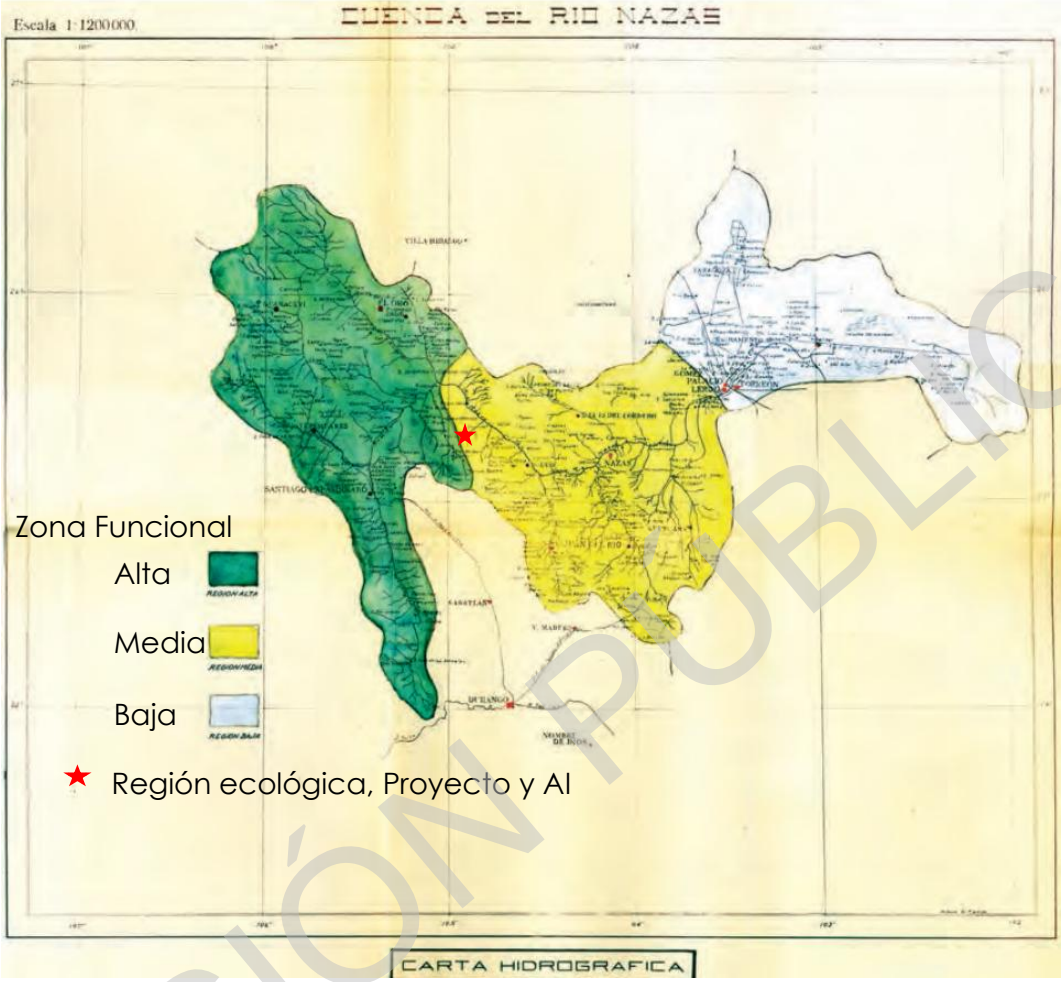


Figura III. 26 Secciones de la RH-36 Nazas-Aguanaval.

Fuente: Salas Quintanal (2012).

Como se puede observar en la figura anterior, la Región Ecológica, proyecto y su área de influencia incidirán en la zona funcional media de la RH-36, la cual se caracteriza por presentar un relieve de planicie aluvial, donde, de acuerdo con el INEGI, solo se presentan corrientes de régimen intermitente, por lo que la Región Ecológica se caracteriza por ser una zona de tránsito de agua local y temporal, ya que estos escurrimientos sólo se activan en cada temporada de lluvias.

Una vez explicado el contexto suprarregional del proceso hidrológico superficial, se tiene que la Región ecológica se ubica dentro de la zona funcional media de la Región Hidrológica Nazas – Aguanaval (RH-36), dentro de la cuenca R. Aguanaval, y finalmente en la subcuenca R. Aguanaval – Nazarenos (ver las siguientes figuras).

VERSIÓN PÚBLICA

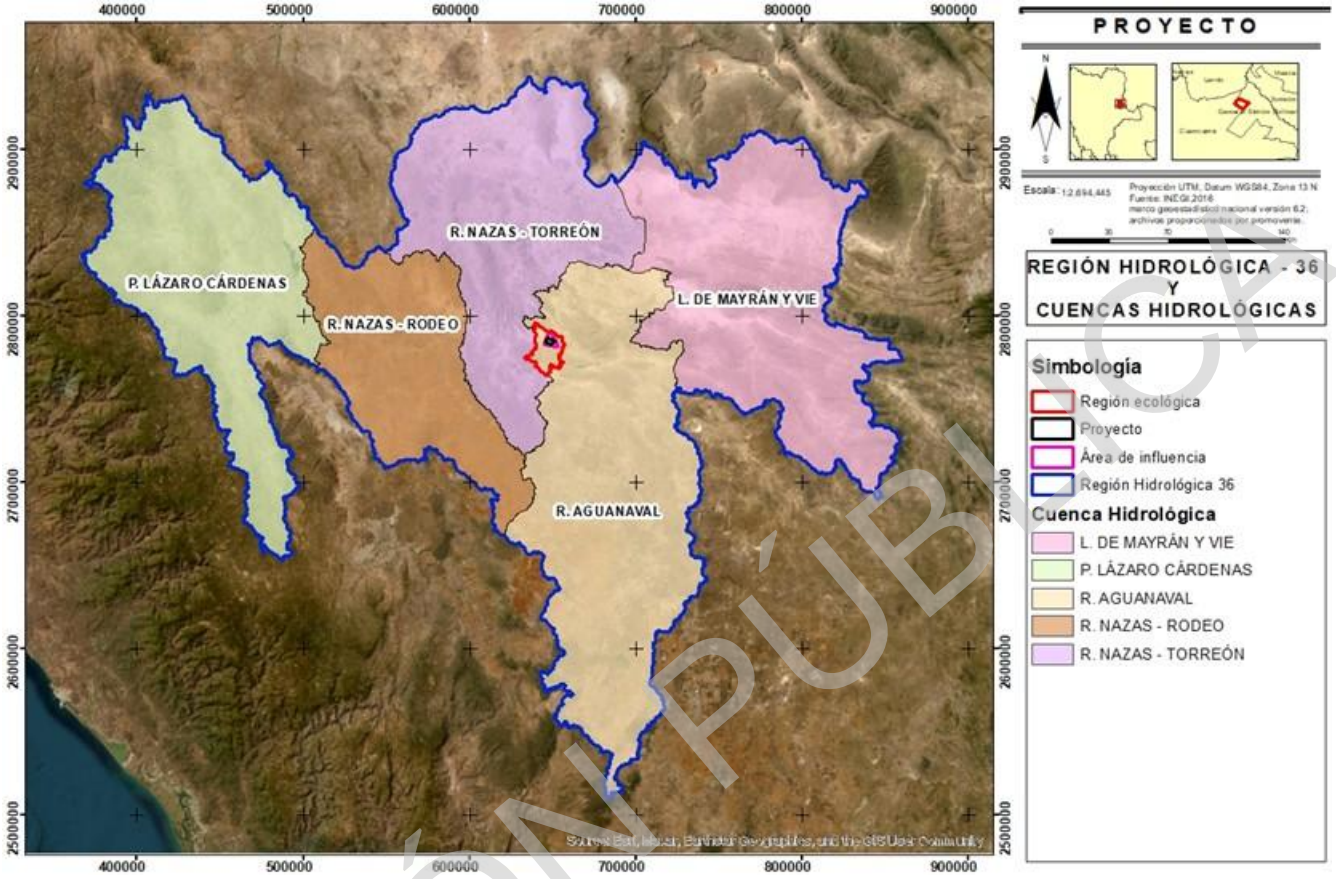


Figura III. 27 Región Hidrológica 36 Nazas - Aguanaval y cuencas hidrológicas.

VERSIÓN PÚBLICA

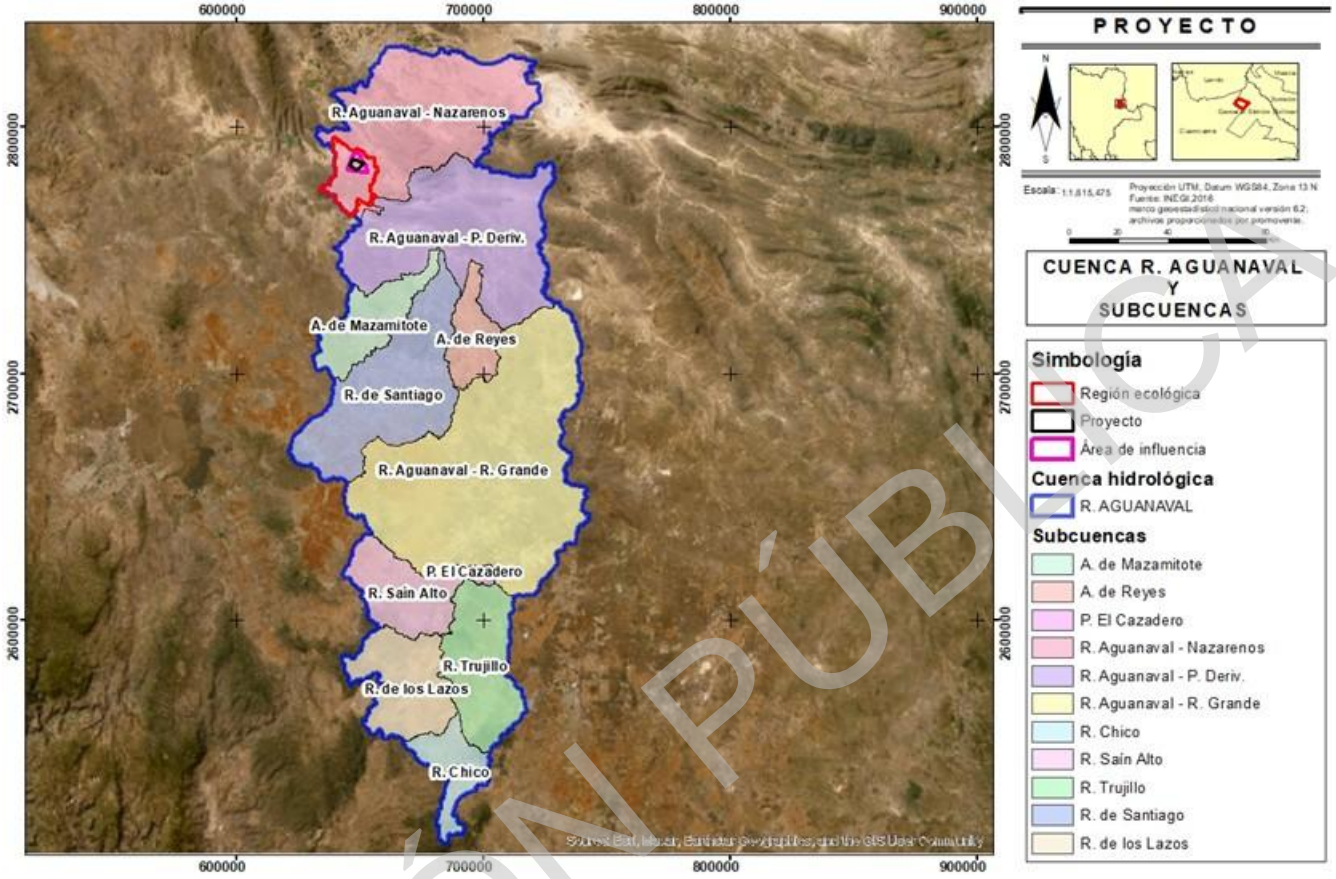


Figura III. 28 Cuenca R. Aguanaval y subcuencas.

VERSIÓN PÚBLICA

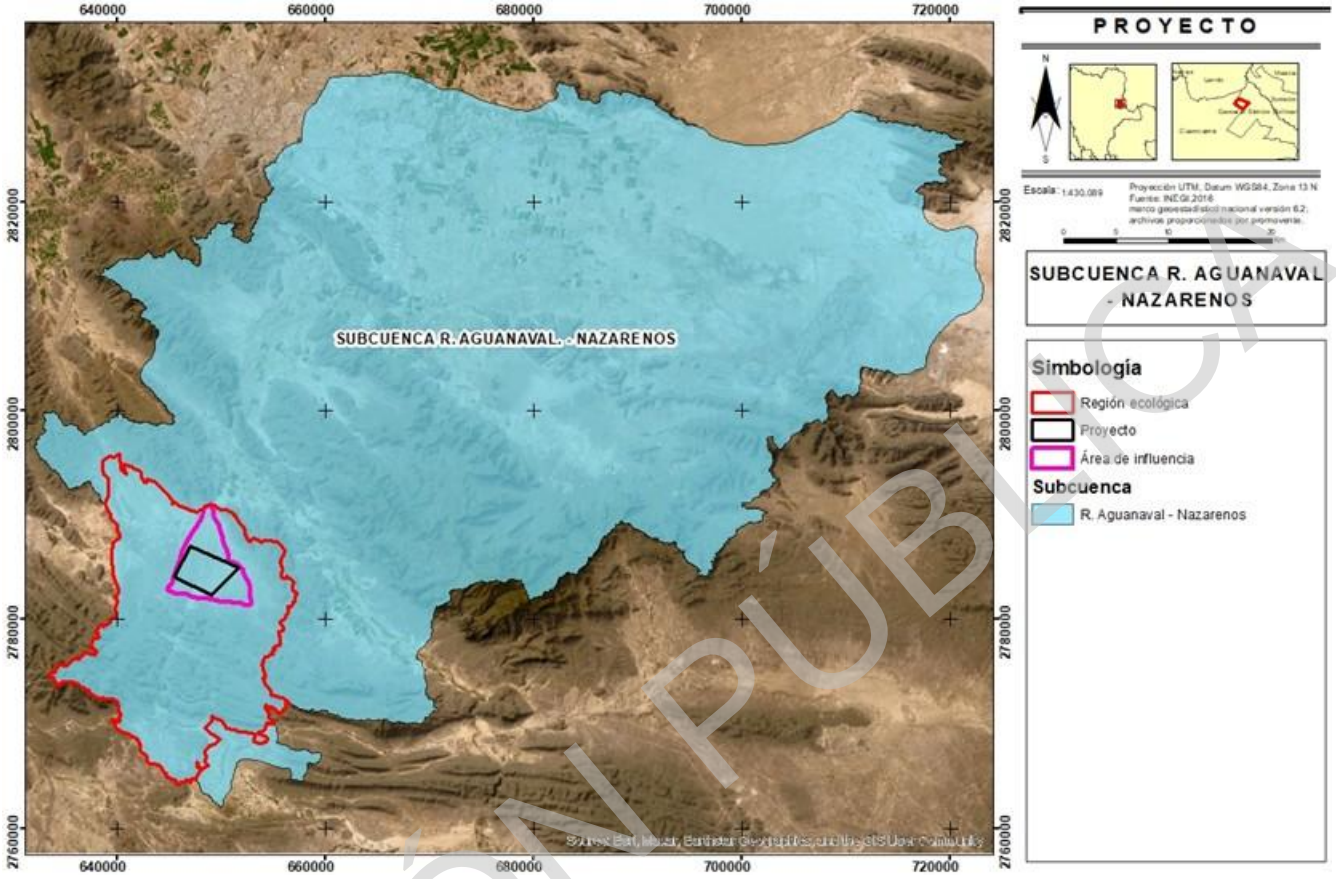


Figura III. 29 Subcuenca R. Aguanaval – Nazarenos.

Subcuenca R. Aguanaval – Nazarenos

Como se señaló antes, la Región Ecológica, el proyecto y su área de influencia incidirán en la subcuenca R. Aguanaval – Nazarenos, cuya extensión es de 9,118.27 km².

El principal río de la subcuenca es el Río Aguanaval, el cual alimenta la parte de la región Lagunera, irrigando 192 km del Estado de Durango y 60 km de Coahuila en los municipios de Torreón, Matamoros y Viesca. Los tributarios más importantes del R. Aguanaval son los ríos Santa Clara, San Francisco, Zaragoza, Tetillas y Calabacillas, los cuales nacen en el estado de Zacatecas.

VERSIÓN PÚBLICA

Hidrología en la Región ecológica, proyecto y AI

La Región Ecológica es una microcuenca delimitada por un fuerte control estructural, cuyo drenaje se conecta con el resto de los escurrimientos de la subcuenca R. Aguanaval - Nazarenos, cruzando una serie de montañas escalonadas que cortan a la subcuenca de forma transversal, y cuyo origen se relaciona con una historia geológica de carácter tectónico. En la siguiente figura se esquematiza el arreglo estructural de la subcuenca, así como el lugar donde se ubica la microcuenca de la Región Ecológica.

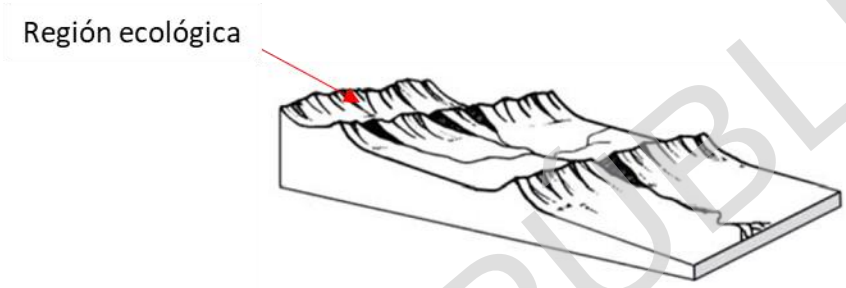


Figura III. 30 Disposición orográfica que define el arreglo hidrográfico de la subcuenca donde se ubicará la Región ecológica.

De acuerdo con el INEGI, La Región Ecológica presenta corrientes de régimen intermitente. A la salida de la microcuenca las corrientes alcanzan un desarrollo de hasta 6° orden, esto se debe a que son varios los tributarios que nacen en las diversas sierras que bordean a la microcuenca. La mayor parte de las corrientes nacen en la sierra San Lorenzo, al SW de la Región ecológica, y siguen una trayectoria SW-NE. El nombre de las principales corrientes dentro de la Región ecológica son San Diego, La Sepultura, Blanco, La Tinaja, Los Difuntos, Cruz Verde, entre otros (ver la siguiente figura); todos estos cauces tienden a desembocar en un mismo cuerpo de agua que es la Presa San Julián, que forma parte de la infraestructura del Distrito de Riego No. 17 Región Lagunera, alimentado principalmente por el Río Nazas.

VERSIÓN PÚBLICA

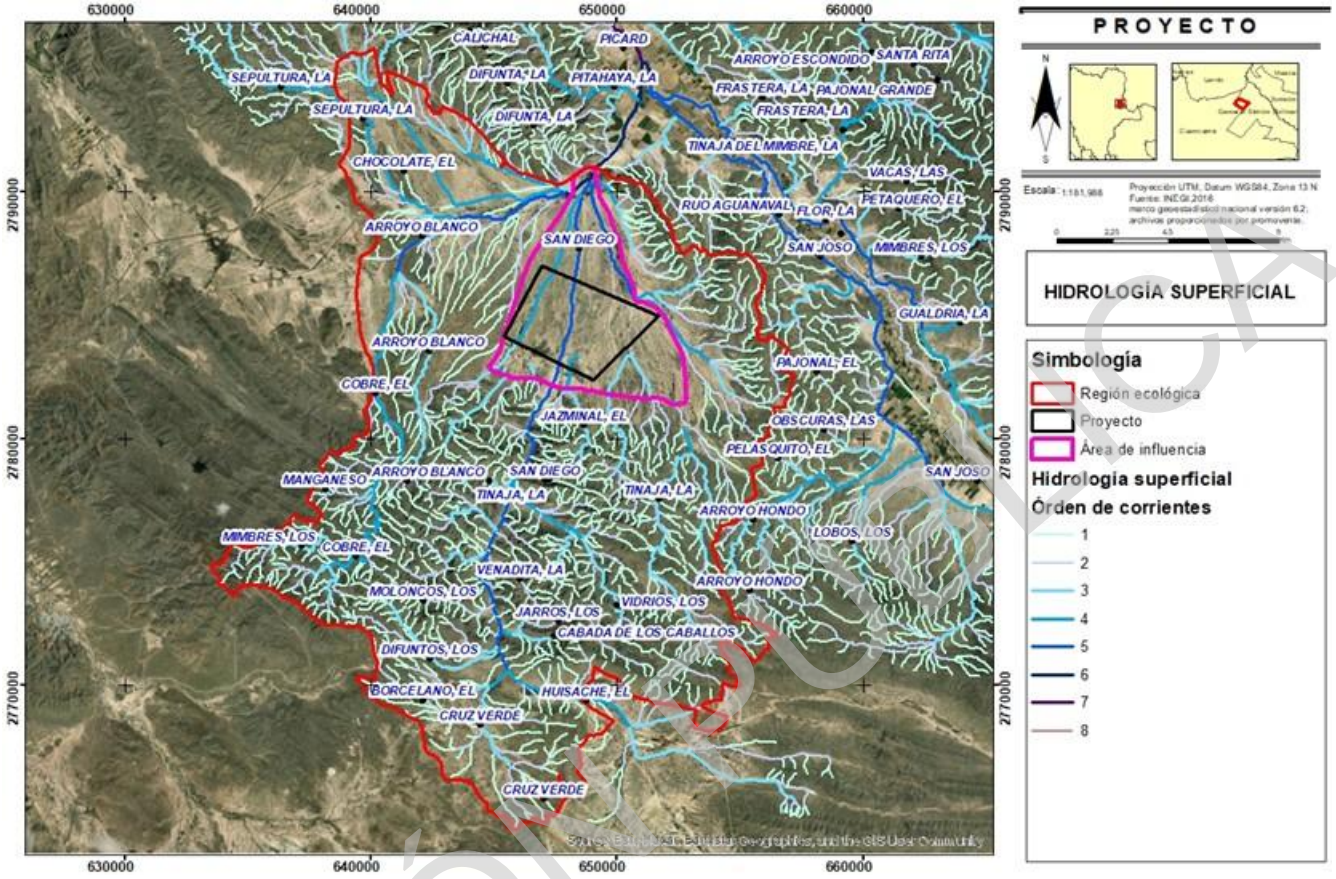


Figura III. 31 Red hidrográfica en la Región ecológica.
Fuente: INEGI (2010).

En relación al área del proyecto, conforme a la **dictaminación** de la **Autoridad** competente en la materia (CONAGUA), **no presenta cuerpos de agua nacionales**.

Abundando en lo anterior, de acuerdo con la opinión emitida por el Organismo de Cuencas Centrales del Norte, perteneciente a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA[3]), si bien se refiere al proyecto inicialmente autorizado a la promovente, aplica de igual manera al proyecto que nos ocupa, ya que se trata de la misma área, resaltando del oficio que se asienta que en el predio del proyecto **no existen o cruzan escurrimientos que cumplan con las características que se señalan en el inciso XI del Artículo 3 de la Ley de Aguas Nacionales para ser considerados como cauces**. En donde se indica que un cauce debe tener al menos 2.0 m de ancho por 0.75 m

[3] Oficio incluido en Anexo

de profundidad para ser considerados cauce de una corriente, como lo indica la Ley de Aguas Nacionales (ver la siguiente imagen).



SEMARNAT
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

Oficio
No.B00.802.08.- 0683

Lugar
Torreón, Coahuila

Fecha
29 de Agosto de 2019

ORGANISMO DE CUENCA CUENCAS CENTRALES DEL NORTE
Dirección Técnica

Asunto: Solicitud de información relativa a cauces

C. Lic. Jaime Palomino Echave
Apoderado y Representante Legal de DRG SOLAR III, S.A.P.I. de C.V.
Presente.-

Me refiero a su Oficio de fecha 23 de agosto de 2019, el cual fue recibido en las oficinas de la Dirección General de este Organismo de Cuenca el pasado 26 de agosto y por medio del cual solicita información respecto de la existencia de cauces formados por cuerpos de agua intermitentes que pudieran considerarse como bienes de propiedad nacional a cargo de esta CONAGUA en el polígono donde se pretende instalar una Central de Generación de Energía Eléctrica con Sistema Fotovoltaico en un predio de 1,298-56-07 hectáreas, localizado en la Fracción I de la propiedad conocida como "San José de Arriba", Municipio de Cuencamé, en el Estado de Durango.

Al respecto me permito comunicar a Usted que después de analizar la información que anexa en su solicitud, se corrobora la ubicación del terreno con el croquis que anexa y se determinó que en el predio en cuestión no existen o cruzan escurrimientos que cumplan con las características que se señalan en el inciso XI del Artículo 3 de la Ley de Aguas Nacionales para ser considerados como cauces.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión parta enviarle un cordial saludo

Atentamente
El Director General

Ing. Oscar Gutiérrez Santana

C.c.e.p:
Ing. Jorge Meave Galván.- Director Técnico del OCCCN.- Presente
M.C. José L. E. Montoya Murillo.- Jefe de Proyecto de Aguas Superficiales y Meteorología.- Presente
M. en I. Arturo Rosales Quintana.- Jefe de Proyecto de Seguridad de Presas y Apoyo Técnico

JMQ/aro/29082019

Calzada Manuel Ávila Camacho No. 2777 Ote., Torreón, Coah. C.P. 27010
Teléfono: 871 299 10 00 Ext. 1500
http://www.gob.mx/conagua

2019

VERSIÓN PÚBLICA

Figura III. 32 Oficio emitido por la CONAGUA, organismo encargado en materia de aguas superficiales. Para mayor detalle se anexa el oficio.

Por lo anterior, si bien el INEGI (SIATL), reconoce la presencia de 3 escurrimientos intermitentes dentro del área del proyecto, con base en la evidencia existente, los escurrimientos en el predio **no** cumplen como se ha mencionado antes, con las condiciones para ser considerados cauce de una corriente, como lo indica la Ley de Aguas Nacionales.

En la siguiente figura se muestran los 3 escurrimientos identificados por el INEGI, y que en realidad **se trata de 3 depresiones del terreno que no forman una cárcava definida** conforme el marco legal citado y avalado por la Autoridad competente, y que los mismos corresponden a depresiones del terreno por donde llegan a fluir escurrimientos derivados de flujos laminares que no forman cauces, por lo cual no cumplen con las características para ser un cuerpo de agua nacional.

En la siguiente figura se muestran los tres escurrimientos identificados como depresiones del terreno.

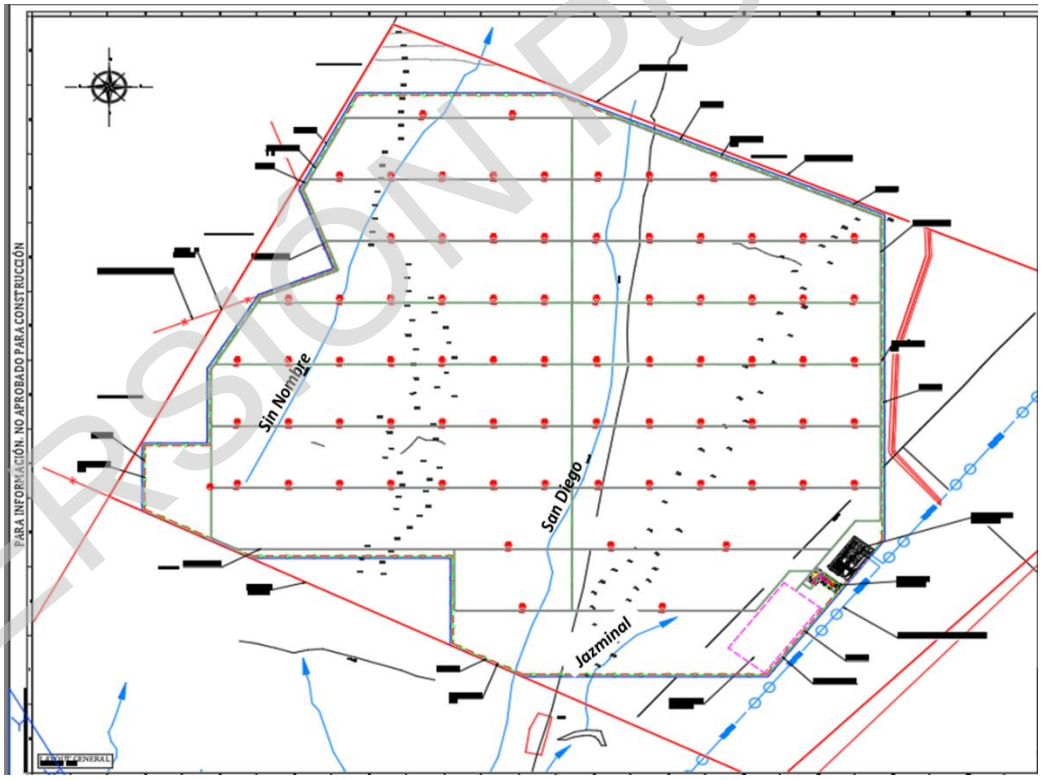


Figura III. 33 Escurrimientos (depresiones del terreno) en el área del proyecto con nombres locales.

VERSIÓN PÚBLICA

Adicionalmente, el volumen que pueda transitar por dichos escurrimientos (depresiones del terreno) estará en función de la intensidad y frecuencia de las precipitaciones que se presenten en su momento, y como ya ha sido mencionado predomina la sequía en la Región Ecológica.

Independientemente de lo anterior, a continuación, se incluye la caracterización de las tres depresiones o escurrimientos existentes dentro del área del proyecto.

Debido a que las tres depresiones o escurrimientos intermitentes denominados San Diego, El Jazminal, y Sin Nombre, pertenecen a la misma cuenca de drenaje y se dirigen a la presa de San Julián, es que se consideró el gasto hidrológico para la totalidad del área del proyecto, sin hacer distinción para cada escurrimiento. Además de lo anterior, las tres depresiones del terreno comparten características similares en cuanto al tipo de corriente, orden y dirección del flujo. No obstante, se reitera que la **CONAGUA**, organismo encargado en la materia de aguas superficiales, **no reconoce estos escurrimientos como cauces de una corriente**.

Tabla III. 2 Características de los escurrimientos en el área del proyecto.

Corriente superficial	Tipo de corriente	Dirección del Flujo	Gasto máximo (m^3/seg)		Volumen de la avenida máxima (m^3)	
			Periodo de retorno 10 años Tr	Periodo de retorno 100 años Tr	Periodo de retorno 10 años Tr	Periodo de retorno 100 años Tr
San Diego	Intermitente	sur a norte	16.77 m^3/seg	78.11 m^3/seg	74,957 m^3	349,172 m^3
Escurrimiento sin nombre	Intermitente	sur a norte				
El Jazminal	Intermitente	sur a norte				

Las coordenadas de los escurrimientos intermitentes dentro del área del proyecto, se incluyen en la siguiente tabla.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla III. 3 Coordenadas de los escurrimientos intermitentes, dentro del área del proyecto.

Escurrimiento Sin Nombre		
	Coordenadas	
FID	X	Y
0	645890.311	2783915.67
1	645917.122	2783940.89
2	645971.803	2783986.28
3	646040.79	2784039.74
4	646095.481	2784105.55
5	646164.999	2784225
6	646301.239	2784495.29
7	645883.739	2783909.49
8	645890.311	2783915.67
9	646095.481	2784105.55
10	646107.093	2784119.52
11	646135.363	2784167.27
12	646164.999	2784225
13	646301.239	2784495.29
14	646415	2784721
15	646525	2784936
16	646651	2785210
17	646664	2785287
18	646712.001	2785405
19	646730	2785534
20	646813.001	2785771
21	646987	2786115
22	647137	2786355
23	647248.001	2786467
24	647307.9	2786591.11

Escurrimiento San Diego		
	Coordenadas	
FID	X	Y
0	647633.997	2783060.99
1	647647.001	2783113
2	647726	2783347
3	647819.001	2783565
4	647840	2783676
5	647808.999	2783808
6	647827	2783877
7	647921	2784048
8	648007	2784241
9	648125.001	2784627
10	648160.999	2784816
11	648197	2785401
12	648167.001	2785602
13	648134	2785678
14	648134	2785750
15	648160	2785875
16	648206	2785956
17	648236	2786095
18	648266.236	2786426.65

Escurrimiento El Jazminal		
	Coordenadas	
FID	X	Y
0	648434.001	2783355
1	648418.167	2783347.8
2	648057.797	2783040.28
3	648077	2783086
4	648120.999	2783113
5	648151	2783148
6	648161	2783166
7	648219.999	2783224
8	648302	2783295
9	648418.167	2783347.8

VERSIÓN PÚBLICA

Finalmente, y atendiendo el objetivo de la evaluación en materia de impacto ambiental, es relevante señalar que:

- El proyecto desde su concepción, no afectará las depresiones del terreno.

- Lo anterior se decidió independientemente de que no representan cuerpos de agua de origen fluvial[4], no forman parte de proceso hidrológico regional y no constituyen corredores locales de fauna o zonas con flora propia de cuerpos de agua.

- Asimismo, al no afectar la estructura hidrológica regional y puntual dentro del área del proyecto, e independiente de la cantidad de agua que se transporte, esto se mantiene por lo que el proceso de acumulación de largo plazo derivado de acarreo laminar de sedimentos permanece.

Gasto hidrológico en la Región Ecológica, proyecto y AI

Con la finalidad de conocer el gasto hidrológico, que sirvió de apoyo en el diseño de las obras de encauzamiento del proyecto, se consideran los resultados del estudio hidrológico realizado en su momento para el proyecto autorizado.

Para el desarrollo del estudio hidrológico se realizó la recopilación de la información geográfica y climatológica necesaria, considerando distintas fuentes como INEGI, Google Earth, Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y Extractor Rápido de Información Climatológica (ERIC III, 2007) de la CONAGUA, lo cual tuvo lugar en su momento en la Ciudad de México y localmente en la Dirección Local Durango, y en el Organismo Cuencas Centrales del Norte, con sede en Torreón, Coahuila.

Entre la información recopilada, se puede citar la cartografía completa de la zona que incluye cartas topográficas y de hidrología superficial de distintas fechas e imágenes de satélite, escalas de 1:50,000 y 1:250,000 del INEGI, cartografía temática y estudios preliminares y/o complementarios realizados en la zona de interés, así como información climatológica de las estaciones más cercanas al predio, obtenidas del SMN y/o ERIC, con registros actualizados.

A partir de la información obtenida, se estimaron los diferentes parámetros que intervienen en la aplicación de métodos de cálculo, y que permitieron obtener los resultados que, de forma resumida, se describen a continuación.

[4] Sustentado por la propia autoridad en la materia

VERSIÓN PÚBLICA

Delimitación de subcuencas de aportación en el área del proyecto

El análisis hidrológico local consideró la identificación de siete zonas de aportación (subcuencas) relacionadas, identificados con las letras A a G. Estas subcuencas, con variadas características fisiográficas y condiciones de cubierta vegetal, tipo de materiales y relieve, drenan hacia el polígono del proyecto.

La subcuenca A representa la zona de aportación regional que se integra hacia el norte del polígono, donde se ubica una boquilla donde fue construida la presa pequeña San Julián, hacia la que drenan las otras seis subcuencas. En la subcuenca B se generan pequeños cauces provenientes tanto del noroeste como del suroeste, y que tienden a alcanzar su sitio inferior que corresponde al sitio de cruce con el trazo del camino de acceso al predio, cerca de su entronque con la terracería de acceso.

Las subcuencas C, D, E y F, tienden a fluir hacia el lindero suroeste del polígono del proyecto, siendo la E la que representa la mayor aportación debido a su amplia cuenca en zona de serranías; finalmente, la subcuenca G representa la zona que podría aportar su escorrentía hacia el lindero sureste, que se origina en la sierra El Caracol.

En la siguiente tabla se incluyen las características de cada una de las subcuencas identificadas.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla III. 4Características físicas y tiempo de concentración de las subcuencas con aportación dentro del polígono del proyecto.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

SUBCUENCAS Y PREDIO

Zona de aportación	Área (Km^2)	Longitud de la corriente (Km)	Longitud de la corriente (m)	Pendiente media de la corriente	Desnivel (m)
Subcuenca A	488.95	38.01	38,011	0.0095	440
Subcuenca B	187.20	28.43	28,433	0.0135	950
Subcuenca C	1.89	3.79	3,792	0.0210	80
Subcuenca D	14.40	6.43	6,433	0.0253	180
Subcuenca E	163.83	30.64	30,642	0.0092	360
Subcuenca F	1.02	2.04	2,042	0.0274	60
Subcuenca G	79.16	19.43	19,431	0.0205	460
Predio San José	15.44	5.15	5,151	0.0116	60

Zona de aportación	Tiempo de concentración				
	Método de Rowe	Método de Kirpich	Método del SCS	Promedio (horas)	Tc (minutos)
Subcuenca A	6.08	6.56	5.93	6.19	371
Subcuenca B	3.23	4.57	3.17	3.66	219
Subcuenca C	0.82	0.82	0.80	0.81	49
Subcuenca D	1.10	1.14	1.08	1.11	67
Subcuenca E	5.12	5.62	5.00	5.24	315
Subcuenca F	0.45	0.46	0.44	0.45	27
Subcuenca G	2.75	2.91	2.70	2.79	167
Predio San José	1.30	1.30	1.27	1.29	77

VERSIÓN PÚBLICA

Tiempo de concentración de las subcuencas

La condición más desfavorable en cuanto al escurrimiento se presenta cuando la duración de la tormenta es igual al tiempo de concentración (Tc), el cual se determina a continuación mediante tres criterios, mismos que son recomendados y avalados por la CONAGUA: Rowe, Kirpich y SCS, cuyas fórmulas se expresan como sigue:

Rowe

$$Tc = \left(\frac{0.87 \cdot L^3}{D} \right)^{0.385}$$

Kirpich $$Tc = 0.0003245\left(\frac{L}{\sqrt{S}}\right)^{0.77}$$

SCS $$Tc = \frac{L^{1.15}}{3085 \cdot D^{0.380}}$$

Donde:

Tc: Tiempo de concentración
L: Longitud de la trayectoria
D: Desnivel de la trayectoria
S: Pendiente media
So: Diferencia de cotas (%)

El cálculo del tiempo de concentración se integra en la tabla anterior. Su resultado para las subcuencas de aportación, considerando el promedio de los tres métodos mencionados (Rowe, Kirpich y SCS), es de 0.45 a 6.19 horas (27 a 371 minutos), mientras que para el polígono del proyecto se obtuvo un promedio de 1.29 horas (77 minutos). Por lo tanto, y por convención para fines de cálculo, se utilizó toda una gama de duraciones de tormenta, que considera tiempos de 30, 50, 70, 80, 175, 275, 335 y 395 minutos.

Posteriormente, para determinar la intensidad de la lluvia, se utilizó la fórmula de Chen considerando la información de la Estación Pedriceña. En el resultado se obtuvieron las duraciones de lluvia estimadas para las diferentes zonas de aportación, y para toda una gama de periodos de retorno, tal y como se muestra en la siguiente tabla.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla III. 5 Intensidad de la lluvia mediante la fórmula de Chen.

INTENSIDAD DE LA LLUVIA MEDIANTE LA FÓRMULA DE CHEN

ESTACIÓN PEDRICEÑA (10 - 055)

Tr	Duración (minutos)																						
	5	10	20	30	50	60	70	80	90	120	175	180	240	275	300	335	360	395	420	480	540	600	700
2	55.9	44.4	31.8	25.0	17.8	15.6	13.9	12.6	11.5	9.2	6.8	6.6	5.2	4.6	4.3	3.9	3.7	3.4	3.2	2.9	2.6	2.4	2.1
5	106.7	84.8	60.8	47.8	33.9	29.7	26.5	24.0	21.9	17.5	12.9	12.6	9.9	8.9	8.2	7.5	7.1	6.5	6.2	5.5	5.0	4.6	4.0
10	145.2	115.3	82.7	65.0	46.1	40.5	36.1	32.6	29.8	23.8	17.5	17.1	13.5	12.1	11.2	10.2	9.6	8.9	8.4	7.5	6.8	6.2	5.5
20	183.7	145.8	104.6	82.2	58.4	51.2	45.7	41.3	37.7	30.1	22.2	21.7	17.1	15.3	14.2	12.9	12.2	11.2	10.7	9.5	8.6	7.9	6.9
25	196.0	155.7	111.6	87.8	62.3	54.6	48.7	44.1	40.3	32.1	23.7	23.1	18.2	16.3	15.1	13.8	13.0	12.0	11.4	10.2	9.2	8.4	7.4
50	234.5	186.2	133.5	105.0	74.5	65.3	58.3	52.7	48.1	38.4	28.3	27.7	21.8	19.5	18.1	16.5	15.5	14.4	13.6	12.2	11.0	10.1	8.8
100	273.0	216.8	155.4	122.2	86.7	76.1	67.9	61.3	56.0	44.7	33.0	32.2	25.4	22.7	21.1	19.2	18.1	16.7	15.9	14.2	12.8	11.7	10.3
200	311.4	247.3	177.3	139.4	99.0	86.8	77.4	70.0	63.9	51.0	37.6	36.8	29.0	25.9	24.1	21.9	20.6	19.1	18.1	16.2	14.6	13.4	11.7
500	362.3	287.7	206.3	162.2	115.1	101.0	90.1	81.4	74.4	59.3	43.8	42.8	33.7	30.1	28.0	25.5	24.0	22.2	21.1	18.8	17.0	15.5	13.6

A manera de resumen, se integra una tabla de resultados del cálculo de gastos máximos, que permite la comparación de los datos resultantes de la aplicación de los cinco métodos desarrollados: Racional Americano, Chow, Hidrograma Triangular Unitario (HTU), Hidrograma Unitario Triangular del U.S. Bureau of Reclamation (USBR) y Soil Conservation Service (SCS). Una vez obtenidos los gastos máximos, se seleccionaron los métodos que obtuvieron el mayor valor de caudal, siendo estos los criterios Racional, Chow e Hidrograma Triangular Unitario, para todas las zonas de aportación analizadas.

Es importante mencionar que estos procedimientos son avalados por la CONAGUA, que es el organismo gubernamental responsable de administrar, regular, controlar y proteger las aguas nacionales en México, y quién solicita la implementación de un mínimo de tres, para la comparación y revisión de resultados.

Con esta información fue posible definir los datos a utilizar en la revisión hidráulica, y en el diseño de obras para la frecuencia de 10 años (ver la siguiente tabla).

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla III. 6 Comparación y resumen de resultados del gasto máximo, aplicando cinco métodos.

GASTO MÁXIMO

COMPARACIÓN Y RESUMEN DE RESULTADOS

Periodo de retorno 10 años						
Zona de aportación	Área (Km^2)	Método Racional (m^3/seg)	Método de Chow (m^3/seg)	Método del H.T.U. (m^3/seg)	Método del U.S.B.R. (m^3/seg)	Método del S.C.S. (m^3/seg)
Subcuenca A	488.95	179.2	170.8	170.7	152.7	127.8
Subcuenca B	187.20	92.1	75.7	84.1	64.9	58.8
Subcuenca C	1.89	2.5	0.7	0.5	0.3	0.4
Subcuenca D	14.40	20.5	11.8	12.8	6.9	6.8
Subcuenca E	163.83	75.8	52.1	57.1	45.9	52.0
Subcuenca F	1.02	1.9	1.3	1.1	0.4	0.1
Subcuenca G	79.16	55.5	50.1	57.8	40.1	30.0
Predio San José	15.44	15.8	14.6	16.8	9.4	4.9

A continuación, se incluyen los cálculos que permitieron diseñar las obras de conducción que representan una alternativa para el manejo del agua de origen pluvial en el polígono del proyecto.

RESULTADOS Y DISEÑO DE OBRAS

Como se mencionó en el Capítulo II, entre las obras de encauzamiento se encuentran los canales, cunetas y alcantarillas. A manera de ejemplo se presenta también la siguiente figura, de secciones trapeciales en todo el perímetro del predio, los cuales serán conducidos hacia el norte para que continúe el flujo natural de curso del arroyo.

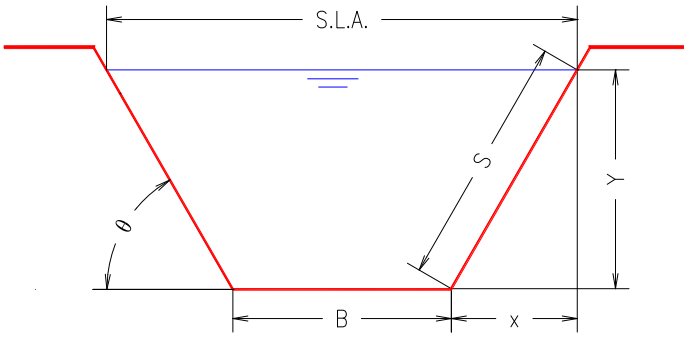


Figura III. 34 Ejemplo de sección tipo de un canal de revestimiento.

VERSIÓN PÚBLICA

Las obras hidráulicas permitirán mantener los escurrimientos, cuando se presenten, sin disminuir ni interrumpir el flujo hidrológico que descarga hacia aguas abajo del polígono del proyecto.

Área hidráulica

Para estimar y/o revisar de manera aproximada las áreas hidráulicas que se requieren, con base a la superficie de aportación y sus características físicas, se incluye a continuación el criterio de Talbot. La fórmula empírica de Talbot, es una de las de mayor uso debido a su simplicidad en el cálculo del área hidráulica de las alcantarillas en caminos. Está basada en las características de intensidad de lluvia del orden de 100 mm/hr, y la velocidad del agua dentro de la obra de drenaje fue de 3.0 m/seg.

La expresión de Talbot es la siguiente:

$$a = 0.183\ C\ A3/4$$

Donde:

A: área hidráulica de la alcantarilla, en m².

A: área de la cuenca por drenar, en hectáreas.

C: coeficiente que indica las condiciones del relieve (C= 0.3 a 0.6).

Los resultados de la aplicación de este criterio se incluyen en la tabla siguiente.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla III. 7 Área hidráulica estimada mediante la fórmula de Talbot.

ÁREA HIDRÁULICA FÓRMULA DE TALBOT				
Zona de aportación	Área por drenar		Coeficiente de Talbot	Área de la alcantarilla
	(Km^2)	(Ha)	C	(m^2)
Subcuenca A	488.95	48,895.4	0.50	300.87
Subcuenca B	187.20	18,720.0	0.40	117.15
Subcuenca C	1.89	188.7	0.30	2.79
Subcuenca D	14.40	1,440.5	0.40	17.12
Subcuenca E	163.83	16,382.6	0.60	159.00
Subcuenca F	1.02	101.8	0.30	1.76
Subcuenca G	79.16	7,916.1	0.40	61.43
Predio San José	15.44	1,543.8	0.30	13.52

Volumen de la avenida máxima

Atendiendo a la elaboración de los hidrogramas triangulares, se estiman los volúmenes de una avenida máxima, en este caso asociados a periodos de retorno de 10 y 100 años, utilizando los gastos máximos de entre los cinco procedimientos implementados (ver la siguiente tabla).

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla III. 8 Volumen de la avenida máxima para un periodo de retorno de 10 y 100 años.

VOLUMEN DE LA AVENIDA MÁXIMA

Periodo de retorno de 10 años						
Zona de aportación	Área (Km^2)	Gasto máximo (m^3/seg)	Tiempo pico Tp (min)	Tiempo de retraso Tr (min)	Base del hidrograma (min)	Volumen de la avenida máxima (m^3)
Subcuenca A	488.95	179.19	256	427	683	3,671,697
Subcuenca B	187.20	92.11	181	302	483	1,334,624
Subcuenca C	1.89	2.46	37	61	98	7,240
Subcuenca D	14.40	20.55	50	83	133	81,987
Subcuenca E	163.83	75.82	219	365	584	1,328,450
Subcuenca F	1.02	1.88	23	38	61	3,444
Subcuenca G	79.16	57.80	118	197	315	546,249
Predio San José	15.44	16.77	56	93	149	74,957

Periodo de retorno de 100 años						
Zona de aportación	Área (Km^2)	Gasto máximo (m^3/seg)	Tiempo pico Tp (min)	Tiempo de retraso Tr (min)	Base del hidrograma (min)	Volumen de la avenida máxima (m^3)
Subcuenca A	488.95	734.21	256	427	683	15,043,950
Subcuenca B	187.20	370.92	181	302	483	5,374,606
Subcuenca C	1.89	6.58	37	61	98	19,344
Subcuenca D	14.40	69.33	50	83	133	276,612
Subcuenca E	163.83	262.81	219	365	584	4,604,433
Subcuenca F	1.02	7.27	23	38	61	13,300
Subcuenca G	79.16	241.77	118	197	315	2,284,741
Predio San José	15.44	78.11	56	93	149	349,172

VERSIÓN PÚBLICA

En el caso del predio del proyecto, por ejemplo, se podría generar una avenida máxima calculada para periodos de retorno de 10 y 100 años, cuyos gastos pico son de 16.77 m³/seg, y 78.11 m³/seg, respectivamente, del orden de los 74,957 m³ y 349,172 m³, que en teoría serían necesarios desalojar, por lo que el drenaje pluvial considera estos datos para evitar acumulaciones en las zonas bajas del terreno.

A continuación, y a manera de complemento, en la siguiente tabla se estiman los volúmenes que se generan durante un evento de lluvia diaria extraordinaria, con base en la información de láminas máximas en 24 horas de la Estación Pedriceña, considerando un periodo de retorno de 10 años.

Tabla III. 9 Volumen acumulado de lluvia máxima en 24 horas.

VOLUMEN ACUMULADO LLUVIA MÁXIMA EN 24 HORAS					
Zona de aportación	Área (m^2)	Periodo de retorno (años)	Lluvia máxima (mm)	Coeficiente de escurrimiento	Volumen de la lluvia máxima (m^3)
Subcuenca A	488,953,559	10	69.8	0.15	5,117,694
Subcuenca B	187,200,414	10	69.8	0.15	1,959,357
Subcuenca C	1,886,813	10	69.8	0.10	13,166
Subcuenca D	14,404,606	10	69.8	0.15	150,768
Subcuenca E	163,825,700	10	69.8	0.15	1,714,702
Subcuenca F	1,018,097	10	69.8	0.10	7,104
Subcuenca G	79,161,107	10	69.8	0.15	828,550
Predio San José	15,437,706	10	69.8	0.10	107,720

Asignación de gastos para diseño

La asignación de gastos máximos está en función de las diferentes obras de protección, y control, que se deben diseñar para captar y conducir el agua originada en las subcuencas exteriores, y en las vertientes analizadas. Para el diseño o revisión de las obras de conducción, se han considerado los siguientes criterios:

Se utilizan los resultados de gasto máximo obtenidos mediante la implementación de los cinco procedimientos de cálculo: Racional Americano, Chow, Hidrograma Triangular Unitario (HTU), Hidrograma Unitario Triangular del U.S. Bureau of Reclamation (USBR) y Soil Conservation Service (SCS).

Las obras de conducción que se requieren, por considerarse como propias del drenaje pluvial de las instalaciones del proyecto, se diseñan para un periodo de retorno de 10 años, seleccionando el mayor dato de gasto máximo. Para la obra de encauzamiento o drenaje principal, se considera una frecuencia de 50 años.

VERSIÓN PÚBLICA

En las siguientes tablas se integra la descripción de obras, y la asignación de gastos para la revisión y el diseño de obras hidráulicas.

Tabla III. 10 Asignación de gastos para el diseño de las obras hidráulicas.

ASIGNACIÓN DE GASTOS

Obra	Tipo	Descripción	Periodo de retorno (años)	Gasto de diseño (m^3/seg)
1	Canal	Recibe la mitad del escurrimiento de la subcuenca D, en el lindero suroeste del predio, que es conducido hacia la esquina oeste	10	10.27
2	Canal	Obra que permite la continuidad de la obra 1; en este tramo se recibiría el total del escurrimiento de la subcuenca D	10	20.55
3	Canal	Permite la continuidad de la obra 2; este tramo de canal debe conducir el escurrimiento de las subcuencas C y D, con rumbo de su drenaje natural hacia el norte	10	20.55
4	Canal	Recibe un 2.5 % de la escorrentía de la subcuenca E, que deberá ser conducidas hacia el encauzamiento del arroyo San Diego	10	1.90
5	Canal	Recibe un 5 % de las aportaciones de la misma subcuenca E; se conducen al encauzamiento del arroyo San Diego	10	3.79
6	Encauzamiento	Se deberá encauzar y rectificar el cauce del arroyo San Diego (Subcuenca E), en su paso por el predio de proyecto	50	191.35
7	Canal este. Tramo 1	Recibe el escurrimiento de la subcuenca F, que deberá ser conducido por el lindero sureste, hacia el este del polígono	10	1.88
8	Canal este. Tramo 2	Recibe el escurrimiento de la subcuenca F, y el 7 % del de la G; se deberán conducir por el lindero sureste con rumbo al este	10	4.05
9	Canal este. Tramo 3	En este tramo se deberá conducir un tercio del escurrimiento de la subcuenca G más la F, con lo que se permite la continuidad a la obra 8	10	19.27
10	Canal este. Tramo 4	Se considera atender este drenaje por el interior del predio, que representa el caudal de la subcuenca G para una frecuencia de 10 años	10	57.80
11	Alcantarilla	En este punto confluye el escurrimiento de la subcuenca B con el camino de acceso, por lo que se deberá diseñar la obra de cruce	50	271.97

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla III. 11 Asignación de gastos para el diseño de las cunetas interiores.

ASIGNACIÓN DE GASTOS PARA DRENES INTERIORES

Tipo de canal	Rango de superficies (Ha)		Superficie	Gasto máximo	Aportación unitaria
	Inferior	Mayor	(Ha)	(m^3/seg)	(m^3/seg/Ha)
I	4.0	10.0	10.0	0.11	0.0109
II	10.0	20.0	20.0	0.22	0.0109
III	20.0	27.5	27.5	0.30	0.0109
IV	27.5	35.0	35.0	0.38	0.0109
V	35.0	70.0	70.0	0.76	0.0109
V1	70.0	140.0	140.0	1.52	0.0109
VII	140.0	210.0	210.0	2.28	0.0109
VIII	210.0	280.0	280.0	3.04	0.0109
IX	280.0	350.0	350.0	3.80	0.0109
X	350.0	420.0	420.0	4.56	0.0109

Pendiente general canales 1 a 5 = 0.00067

Pendiente general canales 6 a 11 = 0.01514

Las cunetas interiores que se diseñan consideran la captación de agua, y su conducción, mediante obras adyacentes a los caminos de servicio del proyecto, por lo que deberán colocarse del lado alto de éstos; es decir, del lado sur de los que tienen dirección este-oeste o viceversa (drenes I a V), y este u oeste de los que tienen dirección sur-norte (drenes VI a X), lo que permitirá la conservación de estas obras de servicio.

Diseño hidráulico de obras

Diseño de canales. Secciones trapeciales

Las secciones de máxima eficiencia hidráulica son las que presentan el mínimo perímetro mojado y área, para obtener una mínima resistencia al escurrimiento. La sección trapezoidal óptima es igual a:

$$SLA = \frac{2Y}{Sen\theta} = 2S$$

De acuerdo con la siguiente figura, la sección trapezoidal óptima cumple con la condición de que la mitad del ancho de la superficie libre del agua (SLA) sea igual a la longitud S del lado inclinado.

VERSIÓN PÚBLICA

El ángulo óptimo de una sección es 60°, por lo que se debe de cumplir con estas dos condiciones para obtener la sección trapecial de máxima eficiencia.

El cálculo hidráulico de las secciones para la obra se realiza utilizando la ecuación de Manning, la cual se desarrolla para calcular la velocidad y el gasto de conducción del conducto, ésta se describe a continuación:

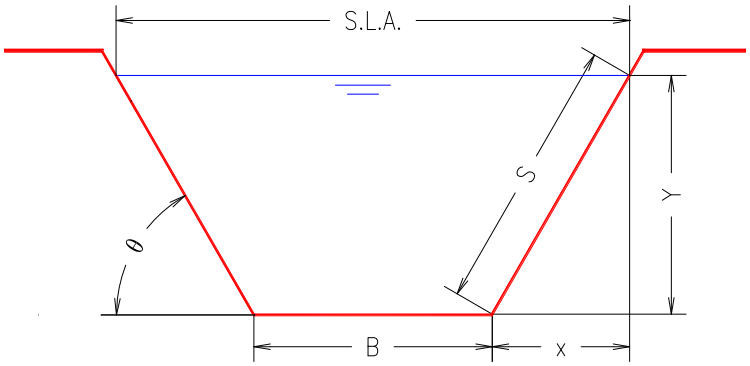
$$Q = \frac{A}{n} Rh^{2/3} s^{1/2} \quad ; \quad V = \frac{1}{n} Rh^{2/3} s^{1/2} \quad ; \quad Rh = \frac{A}{P}$$

En donde:

Q = caudal o gasto de conducción, en m³/seg.
V = velocidad media del canal, en m/seg.
A = área hidráulica de la sección, expresada en m².
n = coeficiente de rugosidad de Manning (0.027).
Rh =radio hidráulico expresado en m.
S = pendiente del canal, en m/m.
P = perímetro mojado de la sección, en m.

La geometría de la sección trapezoidal se muestra a continuación.

VERSIÓN PÚBLICA



Las expresiones que determinan los elementos geométricos utilizados en el cálculo son las siguientes.

$$A = BY + Y^2 cot\theta \quad ; \quad P = B + \frac{2Y}{Sen\theta} \quad ; \quad X = Ycot\theta$$

$$S = \frac{Y}{Sen\theta} \quad ; \quad S.L.A. = 2X + B$$

En donde:

Y = tirante normal a la base (m).
B = base del canal (m).
S = longitud de talud en contacto con el agua (m).
A = área hidráulica (m²).
P = perímetro mojado (m).
X = proyección horizontal del talud (m).
S.L.A.= superficie libre del agua (m).

Considerando los mismos elementos geométricos ya descritos, se tienen los resultados obtenidos para el diseño de canales trapeciales sin revestir (ver las siguientes tablas).

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla III. 12 Diseño hidráulico para secciones de máxima eficiencia trapecial.

DISEÑO HIDRÁULICO PRELIMINAR

SECCIONES DE MÁXIMA EFICIENCIA TRAPECIAL SIN REVESTIR Y RECTANGULAR REVESTIDA

Geometría de la sección										Diseño hidráulico								
Obra	Gasto de diseño (m^3/seg)	Pendiente	Inclinación de talud		Tirante	S.L.A.	X	S	Base	Área	Perímetro	Rh	n	$Rh^{2/3}$	$s^{1/2}$	V	Número de Froude	Régimen de flujo	Gasto de la sección
			(grados)	k	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m^2)	(m)					(m/seg)			(m^3/seg)
1	10.27	0.0078	60.00	0.58	1.487	3.43	0.86	1.72	1.72	3.83	5.15	0.743	0.027	0.821	0.088	2.68	0.57	Subcrítico	10.27
2	20.55	0.0078	60.00	0.58	1.928	4.45	1.11	2.23	2.23	6.44	6.68	0.964	0.027	0.976	0.088	3.19	0.60	Subcrítico	20.55
3	20.55	0.0078	60.00	0.58	1.928	4.45	1.11	2.23	2.23	6.44	6.68	0.964	0.027	0.976	0.088	3.19	0.60	Subcrítico	20.55
4	1.90	0.0025	60.00	0.58	0.979	2.26	0.57	1.13	1.13	1.66	3.39	0.490	0.027	0.621	0.050	1.14	0.30	Subcrítico	1.90
5	3.79	0.0018	60.00	0.58	1.349	3.11	0.78	1.56	1.56	3.15	4.67	0.674	0.027	0.769	0.042	1.20	0.27	Subcrítico	3.79
6	191.35	0.0146	60.00	0.58	3.959	9.14	2.29	4.57	4.57	27.15	13.71	1.979	0.027	1.577	0.121	7.05	0.92	Subcrítico	191.35
7	1.88	0.0090	60.00	0.58	0.765	1.77	0.44	0.88	0.88	1.01	2.65	0.383	0.027	0.527	0.095	1.86	0.55	Subcrítico	1.88
8	4.05	0.0118	60.00	0.58	0.969	2.24	0.56	1.12	1.12	1.63	3.36	0.485	0.027	0.617	0.109	2.49	0.66	Subcrítico	4.05
9	19.27	0.0118	60.00	0.58	1.740	4.02	1.00	2.01	2.01	5.25	6.03	0.870	0.027	0.911	0.109	3.67	0.73	Subcrítico	19.27
10	57.80	0.0100	60.00	0.58	2.712	6.26	1.57	3.13	3.13	12.74	9.39	1.356	0.027	1.225	0.100	4.54	0.72	Subcrítico	57.80
11	271.97	0.0100	90.00	0.00	3.861	7.72	0.00	3.86	7.72	29.82	15.45	1.931	0.017	1.550	0.100	9.12	1.48	Subcrítico	271.97

Tramo / Obra	Area hidráulica adicional							Área hidráulica adicional							Dimensiones finales del canal					
	Área hidráulica adicional	Área final de la sección	Dimensiones de la sección, ajuste al área hidráulica adicional					Bordo libre (B.L.)	Dimensiones de la sección (m)						Dimensiones de la sección (m)					
	(m^2)	(m^2)	Tirante	Altura	Base	Ancho	Área	(m)	Tirante	Bordo libre real	Altura	Base	Ancho	Área	Tirante	Bordo libre real	Altura	Base	Ancho	Área
1	0.00	3.83	1.487	1.487	1.72	3.43	3.83	0.25	1.487	0.250	1.74	1.72	3.72	4.72	1.49	0.26	1.75	1.70	3.70	4.74
2	0.00	6.44	1.928	1.928	2.23	4.45	6.44	0.25	1.928	0.250	2.18	2.23	4.74	7.59	1.93	0.27	2.20	2.25	4.75	7.74
3	0.00	6.44	1.928	1.928	2.23	4.45	6.44	0.25	1.928	0.250	2.18	2.23	4.74	7.59	1.93	0.27	2.20	2.25	4.75	7.74
4	0.00	1.66	0.979	0.979	1.13	2.26	1.66	0.25	0.979	0.250	1.23	1.13	2.55	2.26	0.98	0.27	1.25	1.15	2.55	2.34
5	0.00	3.15	1.349	1.349	1.56	3.11	3.15	0.25	1.349	0.250	1.60	1.56	3.40	3.96	1.35	0.25	1.60	1.55	3.40	3.96
6	0.00	27.15	3.959	3.959	4.57	9.14	27.15	0.25	3.959	0.250	4.21	4.57	9.43	29.47	3.96	0.24	4.20	4.55	9.45	29.29
7	0.00	1.01	0.765	0.765	0.88	1.77	1.01	0.25	0.765	0.250	1.02	0.88	2.06	1.49	0.77	0.23	1.00	0.90	2.05	1.48
8	0.00	1.63	0.969	0.969	1.12	2.24	1.63	0.25	0.969	0.250	1.22	1.12	2.53	2.22	0.97	0.23	1.20	1.10	2.55	2.15
9	0.00	5.25	1.740	1.740	2.01	4.02	5.25	0.25	1.740	0.250	1.99	2.01	4.31	6.29	1.74	0.26	2.00	2.00	4.30	6.31
10	0.00	12.74	2.712	2.712	3.13	6.26	12.74	0.25	2.712	0.250	2.96	3.13	6.55	14.34	2.71	0.24	2.95	3.15	6.55	14.32
11	0.00	29.82	3.861	3.861	7.72	7.72	29.82	0.25	3.861	0.250	4.11	7.72	7.72	31.75	3.86	0.24	4.10	7.70	7.70	31.57

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla III. 13 Diseño hidráulico para secciones trapecial.

DISEÑO HIDRÁULICO PRELIMINAR

SECCIÓN TRAPECIAL SIN REVESTIR Y RECTANGULAR REVESTIDA

Geometría de la sección										Diseño hidráulico								
Obra	Gasto de diseño (m^3/seg)	Pendiente	Inclinación de talud (grados)	Inclinación de talud k	Tirante (m)	S.L.A. (m)	X (m)	S (m)	Base (m)	Área (m^2)	Perímetro (m)	Rh	n	$Rh^{2/3}$	$s^{1/2}$	V (m/seg)	Número de Froude	Régimen de flujo	Gasto de la sección (m^3/seg)
1	10.27	0.0078	45.00	1.00	1.000	5.03	1.00	1.41	3.03	4.03	5.86	0.688	0.027	0.779	0.088	2.55	0.71	Subcrítico	10.27
2	20.55	0.0078	45.00	1.00	1.250	6.72	1.25	1.77	4.22	6.83	7.75	0.881	0.027	0.919	0.088	3.01	0.75	Subcrítico	20.55
3	20.55	0.0078	45.00	1.00	1.250	6.72	1.25	1.77	4.22	6.83	7.75	0.881	0.027	0.919	0.088	3.01	0.75	Subcrítico	20.55
4	1.90	0.0025	45.00	1.00	0.750	3.04	0.75	1.06	1.54	1.71	3.66	0.469	0.027	0.603	0.050	1.11	0.33	Subcrítico	1.90
5	3.79	0.0018	45.00	1.00	1.000	4.26	1.00	1.41	2.26	3.26	5.09	0.641	0.027	0.743	0.042	1.16	0.31	Subcrítico	3.79
6	191.35	0.0146	45.00	1.00	1.250	32.19	1.25	1.77	29.69	38.68	33.23	1.164	0.027	1.107	0.121	4.95	1.38	Subcrítico	191.35
7	1.88	0.0090	45.00	1.00	0.500	2.65	0.50	0.71	1.65	1.07	3.06	0.351	0.027	0.497	0.095	1.75	0.69	Subcrítico	1.88
8	4.05	0.0118	45.00	1.00	0.750	2.98	0.75	1.06	1.48	1.68	3.61	0.465	0.027	0.600	0.109	2.42	0.73	Subcrítico	4.05
9	19.27	0.0118	45.00	1.00	1.250	5.62	1.25	1.77	3.12	5.46	6.65	0.820	0.027	0.876	0.109	3.53	0.85	Subcrítico	19.27
10	57.80	0.0100	45.00	1.00	1.250	13.33	1.25	1.77	10.83	15.10	14.36	1.051	0.027	1.034	0.100	3.83	1.04	Subcrítico	57.80
11	271.97	0.0100	90.00	0.00	2.000	16.79	0.00	2.00	16.79	33.58	20.79	1.615	0.017	1.377	0.100	8.10	1.83	Subcrítico	271.97

Tramo / Obra	Área hidráulica adicional							Área hidráulica adicional							Dimensiones finales del canal					
	Área hidráulica adicional (m^2)	Área final de la sección (m^2)	Dimensiones de la sección, ajuste al área hidráulica adicional					Bordo libre (B.L.) (m)	Dimensiones de la sección (m)						Dimensiones de la sección (m)					
			Tirante	Altura	Base	Ancho	Área		Tirante	Bordo libre real	Altura	Base	Ancho	Área	Tirante	Bordo libre real	Altura	Base	Ancho	Área
1	0.00	4.03	1.000	1.000	3.03	5.03	4.03	0.25	1.000	0.250	1.25	3.03	5.53	5.35	1.00	0.25	1.25	3.05	5.55	5.38
2	0.00	6.83	1.250	1.250	4.22	6.72	6.83	0.25	1.250	0.250	1.50	4.22	7.22	8.58	1.25	0.25	1.50	4.20	7.20	8.55
3	0.00	6.83	1.250	1.250	4.22	6.72	6.83	0.25	1.250	0.250	1.50	4.22	7.22	8.58	1.25	0.25	1.50	4.20	7.20	8.55
4	0.00	1.71	0.750	0.750	1.54	3.04	1.71	0.25	0.750	0.250	1.00	1.54	3.54	2.54	0.75	0.25	1.00	1.55	3.55	2.55
5	0.00	3.26	1.000	1.000	2.26	4.26	3.26	0.25	1.000	0.250	1.25	2.26	4.76	4.39	1.00	0.25	1.25	2.25	4.75	4.38
6	0.00	38.68	1.250	1.250	29.69	32.19	38.68	0.25	1.250	0.250	1.50	29.69	32.69	46.79	1.25	0.25	1.50	29.70	32.70	46.80
7	0.00	1.07	0.500	0.500	1.65	2.65	1.07	0.25	0.500	0.250	0.75	1.65	3.15	1.80	0.50	0.25	0.75	1.65	3.15	1.80
8	0.00	1.68	0.750	0.750	1.48	2.98	1.68	0.25	0.750	0.250	1.00	1.48	3.48	2.48	0.75	0.25	1.00	1.50	3.50	2.50
9	0.00	5.46	1.250	1.250	3.12	5.62	5.46	0.25	1.250	0.250	1.50	3.12	6.12	6.92	1.25	0.25	1.50	3.10	6.10	6.90
10	0.00	15.10	1.250	1.250	10.83	13.33	15.10	0.25	1.250	0.250	1.50	10.83	13.83	18.49	1.25	0.25	1.50	10.85	13.85	18.53
11	0.00	33.58	2.000	2.000	16.79	16.79	33.58	0.25	2.000	0.250	2.25	16.79	16.79	37.78	2.00	0.25	2.25	16.80	16.80	37.80

En las tablas siguientes se consideran dos opciones para las obras de cunetas interiores en función de la pendiente del terreno y su sentido; los de la parte superior corresponderían a los que drenan de este a oeste y de oeste a este (I a V), mientras que los de la parte baja de las tablas (VI a X) son para los que tienen sentido del sur al norte. Los tipos de obras se refieren, como en el caso de las obras de conducción exterior, a su sección trapecial sin revestir que se diferencian porque las primeras corresponden a las secciones más eficientes, y las segundas son una alternativa adicional para este mismo tipo de obra.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla III. 14 Diseño hidráulico de las cunetas para secciones de máxima eficiencia trapecial.

DISEÑO HIDRÁULICO PRELIMINAR

SECCIÓN TRAPECIAL DE MÁXIMA EFICIENCIA SIN REVESTIR. DRENAJE INTERIOR

Geometría de la sección									Diseño hidráulico									
Tipo de canal	Gasto de diseño (m^3/seg)	Pendiente	Inclinación de talud (grados)	Inclinación de talud k	Tirante (m)	S.L.A. (m)	X (m)	S (m)	Base (m)	Área (m^2)	Perímetro (m)	Rh	n	$Rh^{2/3}$	$s^{1/2}$	V (m/seg)	Número de Froude	Régimen de flujo	Gasto de la sección (m^3/seg)
I	0.11	0.00067	60.00	0.58	0.428	0.99	0.25	0.49	0.49	0.32	1.48	0.214	0.027	0.358	0.026	0.34	0.14	Subcrítico	0.11
II	0.22	0.00067	60.00	0.58	0.555	1.28	0.32	0.64	0.64	0.53	1.92	0.278	0.027	0.426	0.026	0.41	0.14	Subcrítico	0.22
III	0.30	0.00067	60.00	0.58	0.626	1.44	0.36	0.72	0.72	0.68	2.17	0.313	0.027	0.461	0.026	0.44	0.15	Subcrítico	0.30
IV	0.38	0.00067	60.00	0.58	0.685	1.58	0.40	0.79	0.79	0.81	2.37	0.342	0.027	0.489	0.026	0.47	0.15	Subcrítico	0.38
V	0.76	0.00067	60.00	0.58	0.888	2.05	0.51	1.03	1.03	1.37	3.08	0.444	0.027	0.582	0.026	0.56	0.15	Subcrítico	0.76
VI	1.52	0.01514	60.00	0.58	0.641	1.48	0.37	0.74	0.74	0.71	2.22	0.321	0.027	0.468	0.123	2.14	0.70	Subcrítico	1.52
VII	2.28	0.01514	60.00	0.58	0.747	1.72	0.43	0.86	0.86	0.97	2.59	0.373	0.027	0.518	0.123	2.36	0.71	Subcrítico	2.28
VIII	3.04	0.01514	60.00	0.58	0.832	1.92	0.48	0.96	0.96	1.20	2.88	0.416	0.027	0.557	0.123	2.54	0.73	Subcrítico	3.04
IX	3.80	0.01514	60.00	0.58	0.904	2.09	0.52	1.04	1.04	1.42	3.13	0.452	0.027	0.589	0.123	2.68	0.74	Subcrítico	3.80
X	4.56	0.01514	60.00	0.58	0.968	2.24	0.56	1.12	1.12	1.62	3.35	0.484	0.027	0.617	0.123	2.81	0.74	Subcrítico	4.56

Tramo / Obra	Área hidráulica adicional							Bordo libre (B.L.)	Área hidráulica adicional						Dimensiones finales del canal					
	Área hidráulica adicional (m^2)	Área final de la sección (m^2)	Dimensiones de la sección, ajuste al área hidráulica adicional					(m)	Dimensiones de la sección (m)						Dimensiones de la sección (m)					
			Tirante	Altura	Base	Ancho	Área		Tirante	Bordo libre real	Altura	Base	Ancho	Área	Tirante	Bordo libre real	Altura	Base	Ancho	Área
I	0.00	0.32	0.428	0.428	0.49	0.99	0.32	0.25	0.428	0.250	0.68	0.49	1.28	0.60	0.43	0.27	0.70	0.50	1.30	0.63
II	0.00	0.53	0.555	0.555	0.64	1.28	0.53	0.25	0.555	0.250	0.81	0.64	1.57	0.89	0.56	0.24	0.80	0.65	1.55	0.89
III	0.00	0.68	0.626	0.626	0.72	1.44	0.68	0.25	0.626	0.250	0.88	0.72	1.73	1.08	0.63	0.27	0.90	0.70	1.75	1.10
IV	0.00	0.81	0.685	0.685	0.79	1.58	0.81	0.25	0.685	0.250	0.93	0.79	1.87	1.24	0.68	0.27	0.95	0.80	1.85	1.28
V	0.00	1.37	0.888	0.888	1.03	2.05	1.37	0.25	0.888	0.250	1.14	1.03	2.34	1.91	0.89	0.26	1.15	1.05	2.35	1.97
VI	0.00	0.71	0.641	0.641	0.74	1.48	0.71	0.25	0.641	0.250	0.89	0.74	1.77	1.12	0.64	0.26	0.90	0.75	1.75	1.14
VII	0.00	0.97	0.747	0.747	0.86	1.72	0.97	0.25	0.747	0.250	1.00	0.86	2.01	1.43	0.75	0.25	1.00	0.85	2.00	1.43
VIII	0.00	1.20	0.832	0.832	0.96	1.92	1.20	0.25	0.832	0.250	1.08	0.96	2.21	1.71	0.83	0.27	1.10	0.95	2.20	1.74
IX	0.00	1.42	0.904	0.904	1.04	2.09	1.42	0.25	0.904	0.250	1.15	1.04	2.38	1.97	0.90	0.25	1.15	1.05	2.40	1.97
X	0.00	1.62	0.968	0.968	1.12	2.24	1.62	0.25	0.968	0.250	1.22	1.12	2.52	2.22	0.97	0.23	1.20	1.10	2.50	2.15

Tabla III. 15 Diseño hidráulico de las cunetas para sección trapecial.

DISEÑO HIDRÁULICO PRELIMINAR

SECCIÓN TRAPECIAL SIN REVESTIR. DRENAJE INTERIOR

Geometría de la sección									Diseño hidráulico									
Tipo de canal	Gasto de diseño (m^3/seg)	Pendiente	Inclinación de talud (grados)	Inclinación de talud k	Tirante (m)	S.L.A. (m)	X (m)	S (m)	Base (m)	Área (m^2)	Perímetro (m)	Rh	n	$Rh^{2/3}$	$s^{1/2}$	V (m/seg)	Número de Froude	Régimen de flujo	Gasto de la sección (m^3/seg)
I	0.11	0.00067	45.00	1.00	0.400	1.21	0.40	0.57	0.41	0.33	1.54	0.211	0.027	0.354	0.026	0.34	0.12	Subcrítico	0.11
II	0.22	0.00067	45.00	1.00	0.500	1.59	0.50	0.71	0.59	0.55	2.01	0.272	0.027	0.420	0.026	0.40	0.13	Subcrítico	0.22
III	0.30	0.00067	45.00	1.00	0.600	1.75	0.60	0.85	0.55	0.69	2.25	0.307	0.027	0.455	0.026	0.44	0.12	Subcrítico	0.30
IV	0.38	0.00067	45.00	1.00	0.700	1.88	0.70	0.99	0.48	0.82	2.46	0.335	0.027	0.483	0.026	0.46	0.11	Subcrítico	0.38
V	0.76	0.00067	45.00	1.00	0.850	2.48	0.85	1.20	0.78	1.38	3.18	0.435	0.027	0.574	0.026	0.55	0.13	Subcrítico	0.76
VI	1.52	0.01514	45.00	1.00	0.650	1.76	0.65	0.92	0.46	0.72	2.30	0.314	0.027	0.462	0.123	2.11	0.54	Subcrítico	1.52
VII	2.28	0.01514	45.00	1.00	0.750	2.05	0.75	1.06	0.55	0.98	2.68	0.366	0.027	0.511	0.123	2.33	0.56	Subcrítico	2.28
VIII	3.04	0.01514	45.00	1.00	0.800	2.32	0.80	1.13	0.72	1.21	2.98	0.407	0.027	0.550	0.123	2.50	0.61	Subcrítico	3.04
IX	3.80	0.01514	45.00	1.00	0.900	2.49	0.90	1.27	0.69	1.43	3.24	0.443	0.027	0.581	0.123	2.65	0.59	Subcrítico	3.80
X	4.56	0.01514	45.00	1.00	0.950	2.68	0.95	1.34	0.78	1.65	3.47	0.474	0.027	0.608	0.123	2.77	0.61	Subcrítico	4.56

Tramo / Obra	Área hidráulica adicional							Bordo libre (B.L.)	Área hidráulica adicional						Dimensiones finales del canal					
	Área hidráulica adicional (m^2)	Área final de la sección (m^2)	Dimensiones de la sección, ajuste al área hidráulica adicional					(m)	Dimensiones de la sección (m)						Dimensiones de la sección (m)					
			Tirante	Altura	Base	Ancho	Área		Tirante	Bordo libre real	Altura	Base	Ancho	Área	Tirante	Bordo libre real	Altura	Base	Ancho	Área
I	0.00	0.33	0.400	0.400	0.41	1.21	0.33	0.25	0.400	0.250	0.65	0.41	1.71	0.69	0.40	0.25	0.65	0.40	1.70	0.68
II	0.00	0.55	0.500	0.500	0.59	1.59	0.55	0.25	0.500	0.250	0.75	0.59	2.09	1.01	0.50	0.25	0.75	0.60	2.10	1.01
III	0.00	0.69	0.600	0.600	0.55	1.75	0.69	0.25	0.600	0.250	0.85	0.55	2.25	1.19	0.60	0.25	0.85	0.55	2.25	1.19
IV	0.00	0.82	0.700	0.700	0.48	1.88	0.82	0.25	0.700	0.250	0.95	0.48	2.38	1.35	0.70	0.25	0.95	0.50	2.40	1.38
V	0.00	1.38	0.850	0.850	0.78	2.48	1.38	0.25	0.850	0.250	1.10	0.78	2.98	2.07	0.85	0.25	1.10	0.80	3.00	2.09
VI	0.00	0.72	0.650	0.650	0.46	1.76	0.72	0.25	0.650	0.250	0.90	0.46	2.26	1.22	0.65	0.25	0.90	0.45	2.25	1.22
VII	0.00	0.98	0.750	0.750	0.55	2.05	0.98	0.25	0.750	0.250	1.00	0.55	2.55	1.55	0.75	0.25	1.00	0.55	2.55	1.55
VIII	0.00	1.21	0.800	0.800	0.72	2.32	1.21	0.25	0.800	0.250	1.05	0.72	2.82	1.86	0.80	0.25	1.05	0.70	2.80	1.84
IX	0.00	1.43	0.900	0.900	0.69	2.49	1.43	0.25	0.900	0.250	1.15	0.69	2.99	2.12	0.90	0.25	1.15	0.70	3.00	2.13
X	0.00	1.65	0.950	0.950	0.78	2.68	1.65	0.25	0.950	0.250	1.20	0.78	3.18	2.38	0.95	0.25	1.20	0.80	3.20	2.40

En resumen, lo expuesto en este apartado de gasto hidrológico muestran los datos considerados para el diseño de las obras de encauzamiento consideradas en el proyecto, cuya finalidad es mantener los escurrimientos pluviales y no alterar el flujo. Cabe reiterar en este punto que en el área predomina la sequía.

VERSIÓN PÚBLICA

III.2.7. Proceso hidrogeológico

La hidrología subterránea se explica a partir del proceso hidrogeológico, el cual, a su vez, forma parte del ciclo hidrológico, por lo que su funcionamiento depende estrechamente de los procesos implicados en el ciclo del agua que son la condensación, precipitación, evaporación, interceptación e infiltración.

En la Región Ecológica, la recarga por lluvia es limitada, y el agua subterránea es uno de los principales medios de suministro para el desarrollo de las actividades agrícolas y pecuarias, así como para el consumo humano, es por ello que el componente hidrológico subterráneo es un recurso y componente crítico.

Características del acuífero

La Región Ecológica incidirá dentro de tres acuíferos que son Pedriceña- Velardeña (clave 1021), Oriente Aguanaval (clave 1024) y Villa Juárez (clave 1022). El proyecto, por su parte, incidirá en el acuífero Pedriceña – Velardeña, del cual, a continuación, se incluyen sus características.

El acuífero Pedriceña – Velardeña cuenta con una superficie de 2,974.32 km². Administrativamente, el acuífero pertenece a la región Organismo de Cuencas Centrales del Norte. El territorio del acuífero no se localiza en algún distrito o unidad de riego. De acuerdo con el Diario Oficial de la Federación (2023), el acuífero Pedriceña – Velardeña presenta un déficit de un volumen de agua de -4.191132 Mm³ anuales, por lo que no cuenta con disponibilidad para el aprovechamiento del agua subterránea.

Es un acuífero de tipo libre, de permeabilidad media a baja, alojado en los sedimentos de relleno y aluviales depositados en las partes bajas de los pequeños valles; de reducidas dimensiones en sentido vertical, favorecidas por las unidades con fracturamiento, y un poco mayor en sentido horizontal. Su capacidad de almacenamiento es de moderada a baja, y su fuente de alimentación es la recarga de la lluvia y los escurrimientos superficiales que se producen en cada temporada de lluvia.

El espesor del acuífero varía desde algunos metros en las estribaciones del piedemonte, hasta algunas decenas de metros en las partes bajas de las planicies. Con respecto a su profundidad, varía de acuerdo con su ubicación topográfica. Los pozos localizados en las partes bajas de la planicie, presentan los valores más someros (10 m), incrementándose hacia las zonas topográficamente más altas de las sierras y montañas hasta 200 m.

VERSIÓN PÚBLICA

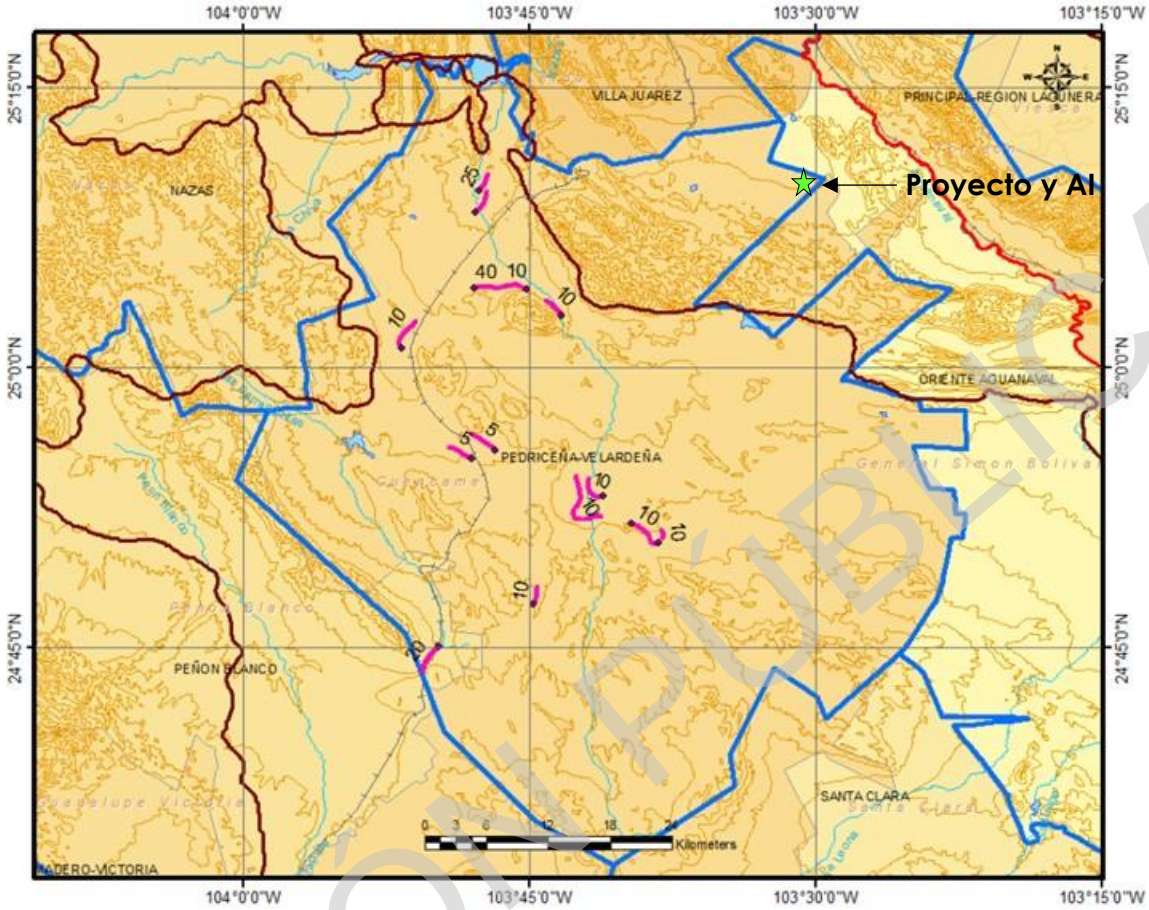


Figura III. 35 Profundidad del nivel estático.

La dirección del flujo subterráneo en general es de las zonas montañosas hacia las partes bajas de las planicies del acuífero, por lo que dentro de la Región ecológica la dirección del flujo subterráneo es de sur a norte.

Debido a la ausencia de ríos y cuerpos de agua permanentes, este acuífero constituye la principal fuente de abastecimiento de agua para uso agrícola, y en menor proporción para el abastecimiento público urbano. Al respecto, dentro de la Región ecológica el porcentaje de uso agrícola es menor al 1%, y además la agricultura es de temporal. En cuanto a las localidades, solo existe una localidad de tipo rural, por lo que se concluye que, dentro de la Región ecológica la extracción de agua subterránea para el desarrollo de actividades humanas es prácticamente incipiente.

El proyecto no generará un aumento en la demanda del recurso, porque no requiere del aprovechamiento del agua subterránea.

VERSIÓN PÚBLICA

Calidad del agua subterránea

De acuerdo con la actualización de los resultados de los estudios técnicos de Aguas Nacionales Subterráneas del acuífero Pedriceña-Velardeña (DOF, 2023), se tiene que el agua subterránea del acuífero es de salinidad media a alta, predominantemente sulfatada-sódica. La concentración de sólidos totales disueltos (STD) presenta valores que varían de 416 a 1840 miligramos por litro, el 50 % de las muestras del año 2006 sobrepasaron el límite máximo permisible de 1,000 miligramos por litro establecido en la "Modificación de la Norma Oficial Mexicana de Salud ambiental NOM-127-SSA1-1994. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización", publicada en el DOF el 22 de noviembre de 2000. Las menores concentraciones de STD se presentan en los aprovechamientos ubicados hacia las partes topográficamente más altas, ubicadas en la porción centro-sur del acuífero, mientras que los mayores se registraron en la porción centro-norte, reflejando de esta manera la dirección preferencial del flujo subterráneo de sur a norte.

De acuerdo con el criterio de Wilcox, que relaciona la conductividad eléctrica con la Relación de Adsorción de Sodio, de manera general, el agua extraída se clasifica como de alta salinidad y alto contenido de sodio intercambiable, que no es apta para la agricultura. En menor proporción se presenta agua de salinidad baja a media y contenido bajo a medio de sodio intercambiable, apta para el riego agrícola.

Problemáticas del acuífero

El acuífero se localiza en una zona de clima seco, con una escasa precipitación y alta evapotranspiración, por lo que, a pesar de contar con suelos medianamente permeables, no permite que haya un mayor proceso de recarga hacia el acuífero.

Actualmente, el acuífero no presenta una disponibilidad para el abastecimiento de agua subterránea, esto se debe al crecimiento de la población de las principales ciudades y el desarrollo de las actividades productivas de la región, lo que demanda mayores volúmenes de agua que la recarga que recibe el acuífero, generando con ello limitaciones en el impulso de las actividades productivas y limitando el abastecimiento de agua para los habitantes de la región que dependen de este recurso.

Resumiendo, la superficie del área del proyecto tan sólo representa el 0.51% con respecto a la superficie del acuífero Pedriceña – Velardeña, resaltando que el proyecto no considera el sellamiento de toda la superficie del polígono, lo cual permitirá la infiltración del agua de lluvia en cada temporada de precipitación. Por otro lado, el

VERSIÓN PÚBLICA

proyecto no requiere del abastecimiento de agua subterránea, por lo que no abonará a la problemática de disminución en el recurso.

III.2.8. Edafología

De acuerdo con la carta de edafología del INEGI, Serie III, escala 1:250,000, en la Región Ecológica se presentan los suelos Leptosoles, Calcisoles y Regosoles (ver la siguiente figura).

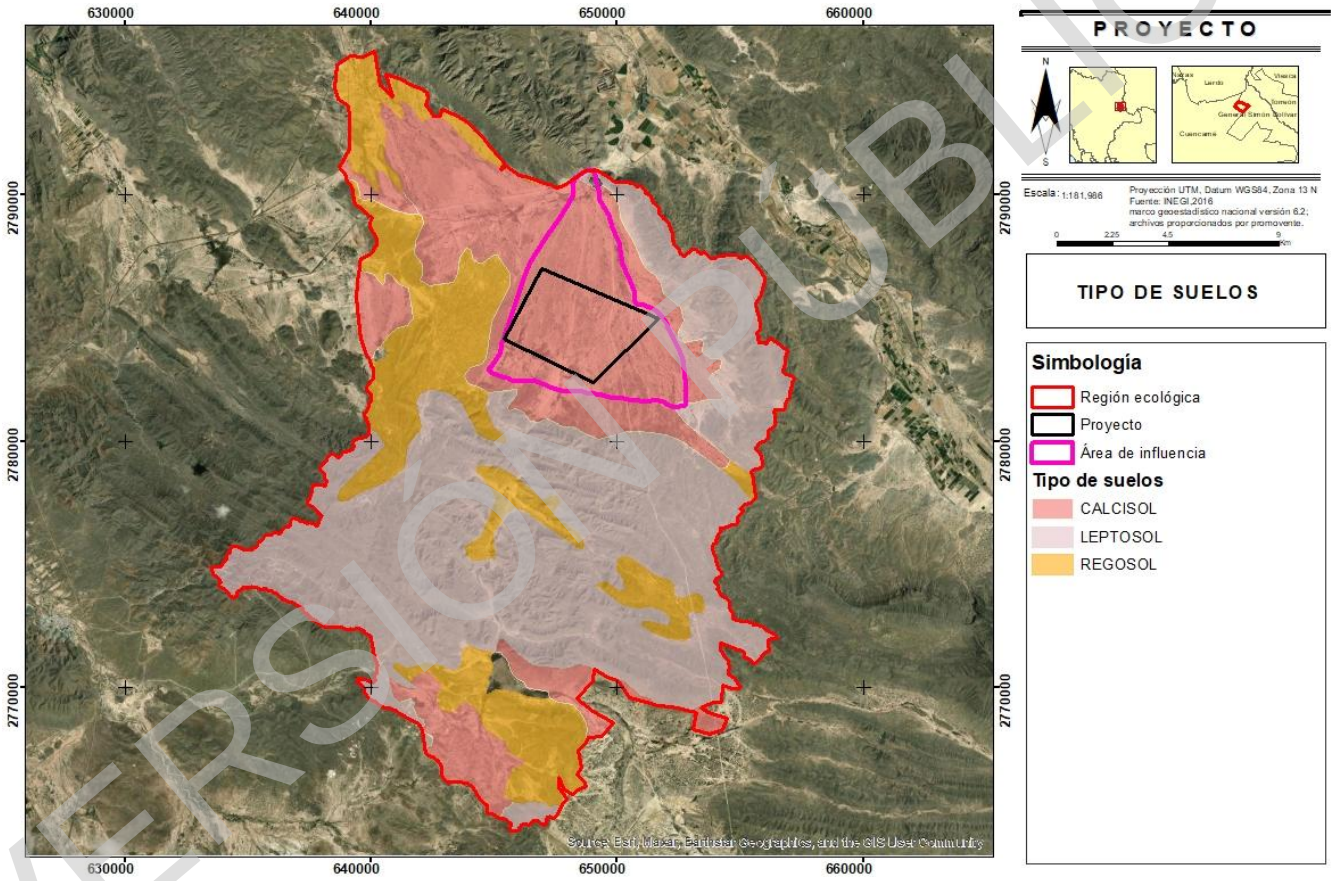


Figura III. 36 Tipo de suelos en la Región ecológica, área del proyecto y su área de influencia. Fuente: Carta de suelos del INEGI. Esc. 1:250000.

En el área del proyecto y su área de influencia, el tipo de suelo dominante es el Calcisol, el cual se caracteriza por la acumulación secundaria de cal. Los Calcisoles están muy extendidos en ambientes áridos y semiáridos, con frecuencia asociados con materiales parentales altamente calcáreos. (FAO ,1999). Estos suelos

VERSIÓN PÚBLICA

son el resultado de depósitos eólicos aluviales y coluviales de materiales intemperizables (alterables) ricos en bases. Este suelo se desarrolla sobre relieve de planicies, y también está presente en el área de influencia.

Los suelos **Leptosoles** se presentan en relieves escarpados y pendientes pronunciadas. Se presentan sobre rocas calcáreas y muy alteradas, y el material del cual están constituidos puede ser rocas como materiales no consolidados, con menos del 10% de tierra fina. En la Región ecológica este suelo se presenta sobre el relieve de sierras.

En cuanto a los suelos **Regosoles**, tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad, además de que se pueden encontrar asociados con Leptosoles, y con afloramientos de roca o tepetate. En México constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión (19.2%).

Problemática de los suelos

En las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, la mayor parte de los suelos muestran degradación ligera y moderada resultado de diversos factores, entre los que se incluyen las variaciones climáticas y las actividades humanas como el sobrepastoreo, actividad que es considerada como la principal causa de deterioro del suelo en estas regiones (INE, 2002). Adicional a lo anterior, la erosión eólica representa uno de los principales tipos de degradación del suelo en la Región ecológica, lo que no permite una mayor estabilidad y desarrollo del suelo.

Por su parte, considerando la carta de degradación de suelos de la SEMARNAT-CP (2003), en la Región ecológica se presenta la degradación de Pérdida del suelo superficial por acción del viento (Es) de intensidad media, lo que hace referencia a la disminución del espesor del suelo superficial (horizonte A), debido a la remoción uniforme del material del suelo por la acción del viento. Las posibles causas son la insuficiente protección de la cubierta vegetal o del suelo contra el viento, por deficiente humedad o por la destrucción de la estructura del suelo. El área del proyecto y su área de influencia incidirán en suelos con degradación eólica (ver la siguiente figura). En cuanto al resto de la superficie de la Región ecológica, correspondiente a las elevaciones de sierras y montañas, no presentan degradación.

VERSIÓN PÚBLICA

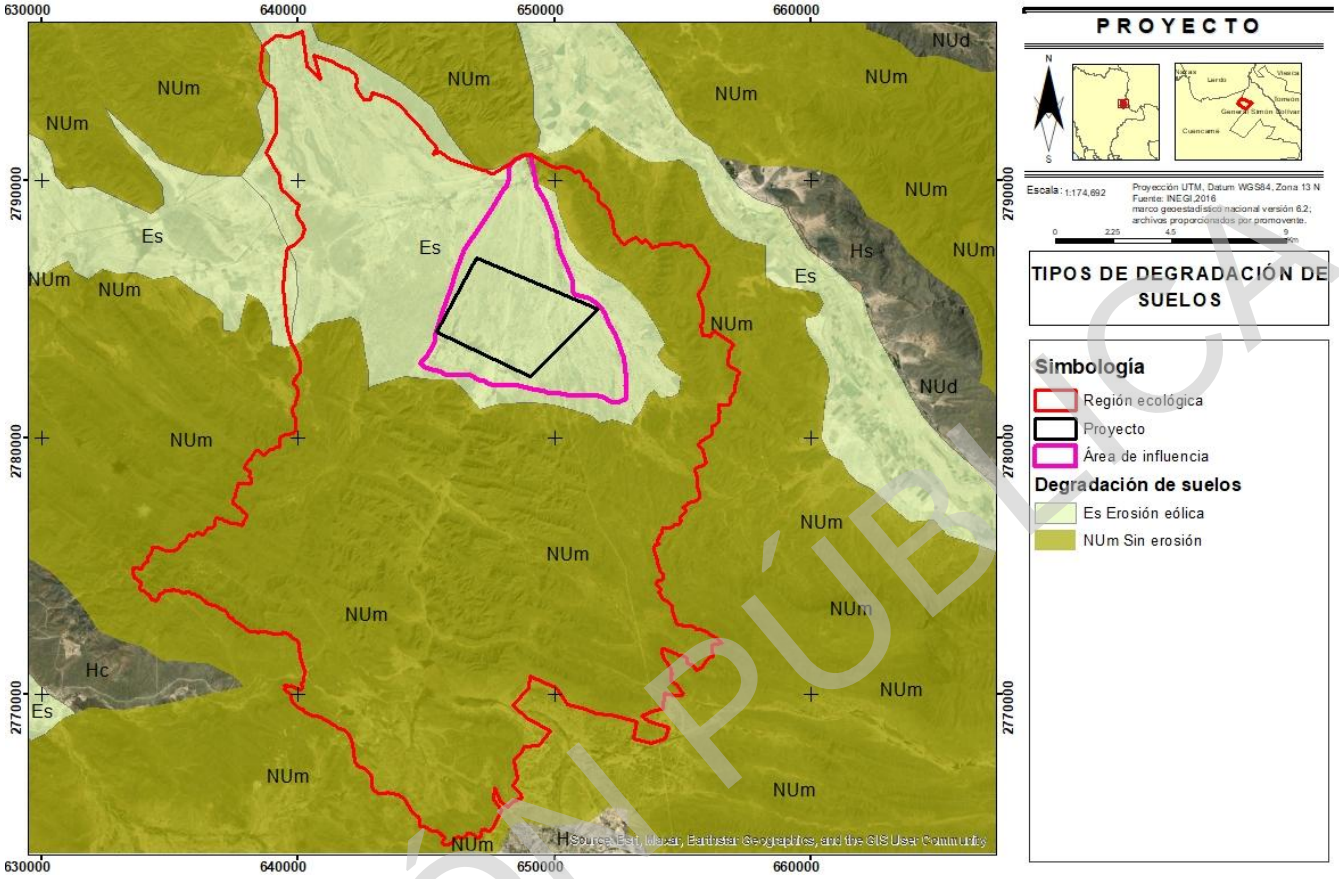


Figura III. 37 Tipos de degradación de suelos en la Región ecológica.

Fuente: SEMARNAT (2001-2002). Evaluación de la degradación causada por el hombre en la República Mexicana. Escala 1:250,000.

De acuerdo con la carta de erosión de suelos del INEGI (2014, Serie I, escala 1:250,000), la Región ecológica presenta los tipos de erosión hídrica laminar (**HL**), hídrica en surcos (**HS**) e hídrica en cárcavas (**HC**). La distribución espacial de estos procesos, tanto en la Región ecológica como en el área del proyecto y su área de influencia, se muestra en la siguiente figura.

VERSIÓN PÚBLICA

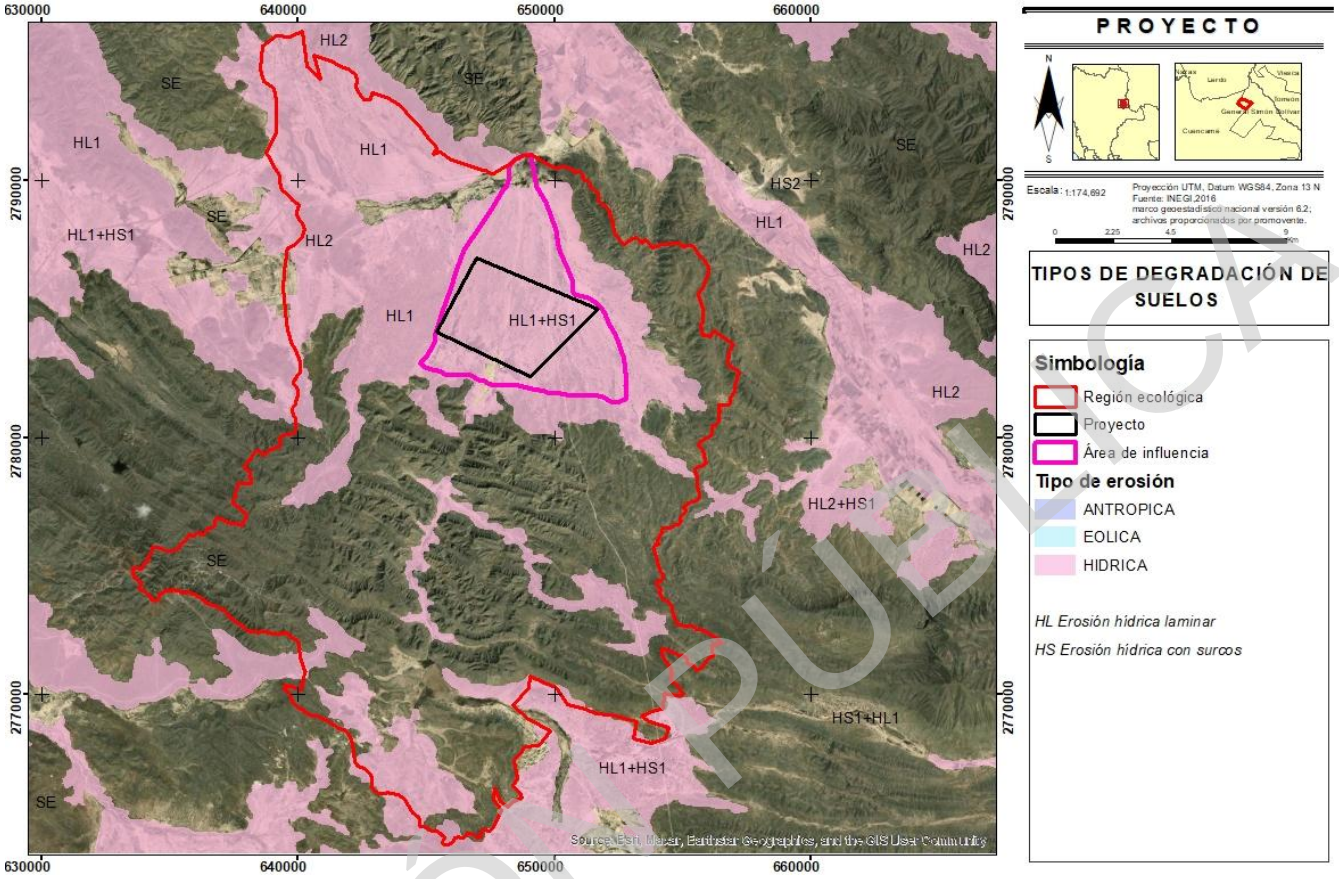


Figura III. 38 Tipos de erosión de suelos en la Región ecológica, en el área del proyecto.

La erosión hídrica laminar (HL), es la remoción gradual y uniforme de capas delgadas de suelo, generalmente paralela a la superficie. Este tipo de erosión es la dominante en la planicie, y también es el tipo de erosión dominante en la Región ecológica.

Erosión hídrica con surcos (HS). Hace referencia a la formación de canales con profundidad menor a 50 cm y hasta 50 cm de ancho.

Erosión Hídrica con formación de cárcavas (HC). Su estructura es en forma de zanja con paredes escarpadas de 50 cm o más tanto de profundidad como de ancho en su tramo más representativo. Generalmente tiene taludes y quiebres abruptos.

En particular, en el área del proyecto se presenta la degradación HL1+HS1, referida a lo siguiente:

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla III. 16 Características de los tipos de erosión de suelo en el área del proyecto.

Clave	Erosión	Características
HL1	Erosión hídrica laminar	La pérdida de suelo es poco apreciable, con alguna de las siguientes evidencias: encostramiento, capas delgadas de partículas de diferentes tamaños (arena, gravas) dispuestas sobre la superficie, pequeños montículos, no existen remontantes o su formación es muy incipiente, manchones sobresalientes de vegetación, indicios de actividad agropecuaria, canalillos y algún grado perceptible de compactación.
HS1	Erosión hídrica con formación de surcos	La profundidad y ancho de los surcos es en promedio menor a 15 cm. Quedan incluidos dentro de este rubro la erosión en forma de canalillos, pueden aparecer alineados o ramificados. La distribución en el área entre un surco y otro es aproximadamente mayor a 50 m.

Fuente: INEGI (2014). Guía para la interpretación de cartografía de erosión del suelo. Escala 1:250,000. Serie I.

III.1. Medio socioeconómico

En esta sección se presentan las características más relevantes del medio social y económico en el cual se ubicará el proyecto. Cabe aclarar que el desarrollo económico de cualquier región, está estrechamente relacionado con las necesidades cada vez mayores de urbanización, lo que da pauta a la transformación del espacio y en algunos casos el deterioro de las condiciones ambientales. Es por ello que en el presente apartado se analizan las condiciones socioeconómicas actuales de la Región Ecológica, que son ajenas al desarrollo del proyecto. En suma, se busca comprender las dinámicas sociales que pueden tener cierta repercusión en la degradación local de los recursos a partir de la presencia del proyecto.

Para cumplir con este propósito, se presentan datos demográficos de la población, los cuales contienen características como la composición, la dispersión territorial y las características económicas, además se presenta información gráfica que permite visualizar el espacio y los procesos de interacción socioterritorial.

Para iniciar el análisis, se reconoce que la Comarca Lagunera representa un Área de Referencia socioeconómica que influye en el funcionamiento socioeconómico regional, así como de la Región Ecológica. El Área de Referencia comprende el conjunto de entidades demográficas que guardan cierta relación e interacción a partir de sus procesos económicos. En este sentido, se considera al Área de Referencia de la Comarca Lagunera

VERSIÓN PÚBLICA

como el espacio físico circundante o contiguo al Área Núcleo[5] en el que habitan las personas y llevan a cabo sus actividades económicas, culturales y sociales.

Los municipios que conforman a la región geográfica y socioeconómica de la Comarca Lagunera, son Francisco I. Madero, Matamoros, San Pedro, Torreón y Viesca en el estado de Coahuila, así como los municipios de Gómez Palacio, Lerdo, Mapimí, General Simón Bolívar, Nazas, Rodeo, San Juan de Guadalupe, San Luis del Cordero, San Pedro del Gallo, Tlahualilo y Cuencamé, en el estado de Durango. El proyecto y su área de influencia, incidirán dentro del municipio de Cuencamé, por lo que la descripción y análisis de las características socioeconómicas serán con base al municipio donde se ubicará el proyecto.

Según sus características topográficas, su morfología y su clima, la Comarca Lagunera se puede dividir en dos regiones: la montañosa (la Región ecológica forma parte de ésta) y la del valle. La región del valle es la que presenta mayor desarrollo económico debido a que posee una mayor disponibilidad de agua y, por tanto, un mejor aprovechamiento de los escurrimientos superficiales de los ríos Nazas y Aguanaval (CONAGUA 2002b: 3-4).

De esta forma, la ubicación de la Región Ecológica, el proyecto y su área de influencia en la zona montañosa (zona funcional alta de la subcuenca) determina el limitado aprovechamiento y desarrollo económico local. Como se detalló en el apartado abiótico, esta región se sitúa en una zona alta donde predomina el relieve de sierras. Por otro lado, la presencia de suelos con bajo potencial para el desarrollo agrícola ha sido otra de las limitantes para el aprovechamiento de la región, en comparación con la zona baja de la laguna.

En la siguiente tabla, se incluyen las características naturales que representa una fortaleza o una limitante en el desarrollo económico de las partes altas y de las zonas bajas de la Comarca Lagunera, reiterando que la Región ecológica se localizará en la Zona alta.

VERSIÓN PÚBLICA

[5] Área Núcleo: Es el espacio físico en el que se pretende construir la infraestructura del Proyecto y donde se desarrollarán las actividades y procesos que lo componen;

Características	Zona alta	Zona baja
Municipios	Mapimí, Nazas, Rodeo, San Juan de Guadalupe, Simón Bolívar, San Luis Cordero, San Pedro del Gallo	Francisco I. Madero, San Pedro, Torreón, Viesca, Matamoros, Lerdo, Gómez Palacio, Tlahualilo
Desarrollo económico	Bajo	Alto
Aprovechamiento de agua	Precipitación pluvial y afluencia del río Nazas	Aguas subterráneas y superficiales del río Nazas y Aguanaval
Consumo de agua	Bajo	Alto
Volúmenes de escurrimiento	Alto	Bajo
Uso de agua para agricultura, ganadería y forestal	Temporal	Irrigación

Figura III. 39 Características del entorno natural de la comarca Lagunera.

Fuente: Salas (2015) La historia de un patrimonio lagunero En: Jiménez 2000: 1; Loyer et al., 1993b: 346; Voisin et al., en Loyer et al., 1993a: 274; Enciclopedia de los municipios de Durango y Coahuila.

VERSIÓN PÚBLICA

III.1.1. Población

La población total de Cuencamé en el año 2020 fue de 34,955 habitantes, con un total de 108 localidades, de las cuales solo tres son de tipo urbanas y el restante son rurales.

Dentro del municipio de Cuencamé, las tres localidades urbanas son Cuencamé de Ceniceros, Velardeña y Cuauhtémoc. Todas estas localidades se encuentran fuera de la Región ecológica.

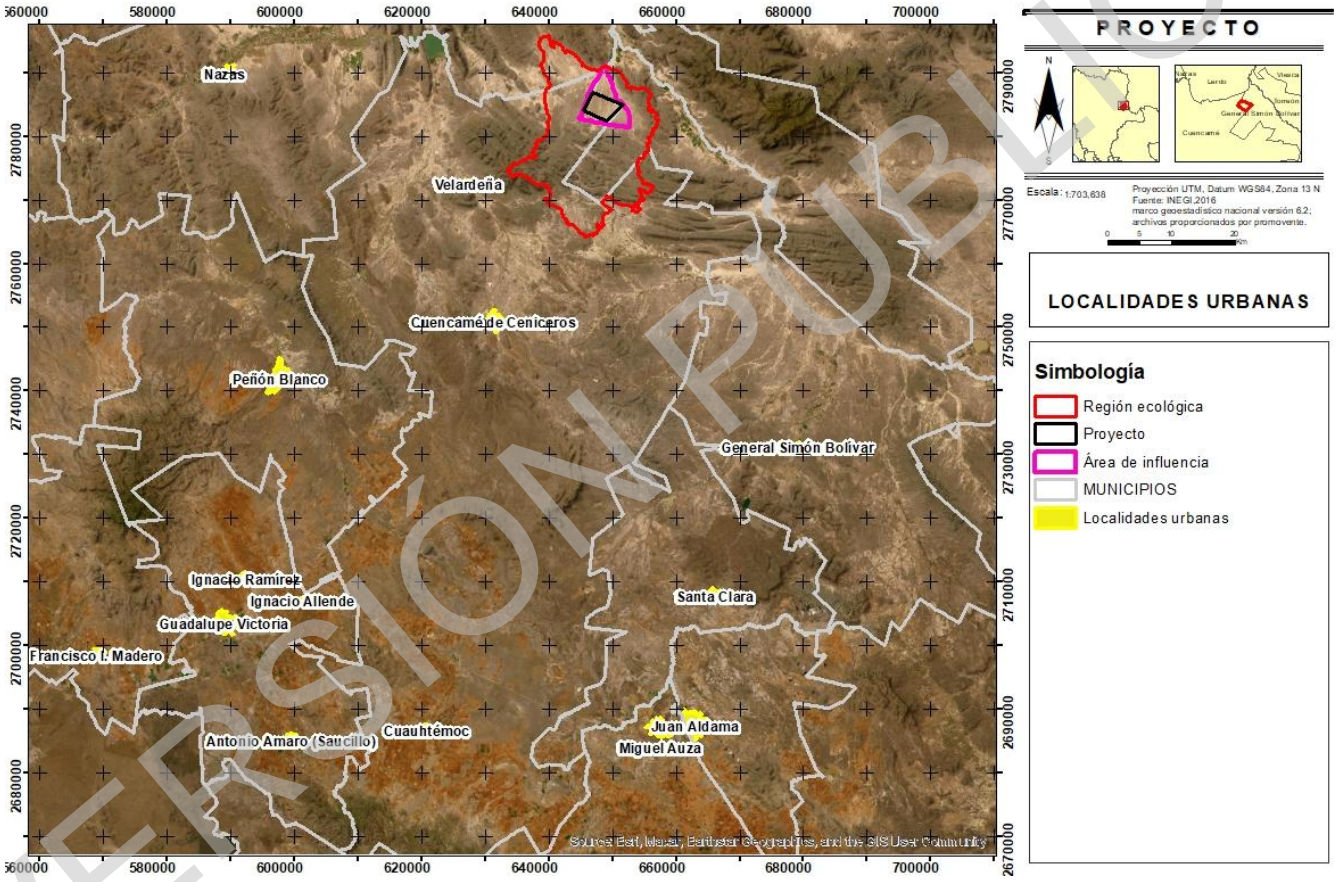


Figura III. 40 Ubicación de las localidades urbanas, con respecto a la Región ecológica, el proyecto y su área de influencia.

Dentro de la Región ecológica, sólo se presenta una localidad rural denominada San Diego de Arriba con tan solo 23 habitantes. El proyecto guardará una distancia de 6.10 km con respecto a esta localidad (ver la siguiente figura), por lo que los habitantes no podrán percibirlo.

VERSIÓN PÚBLICA

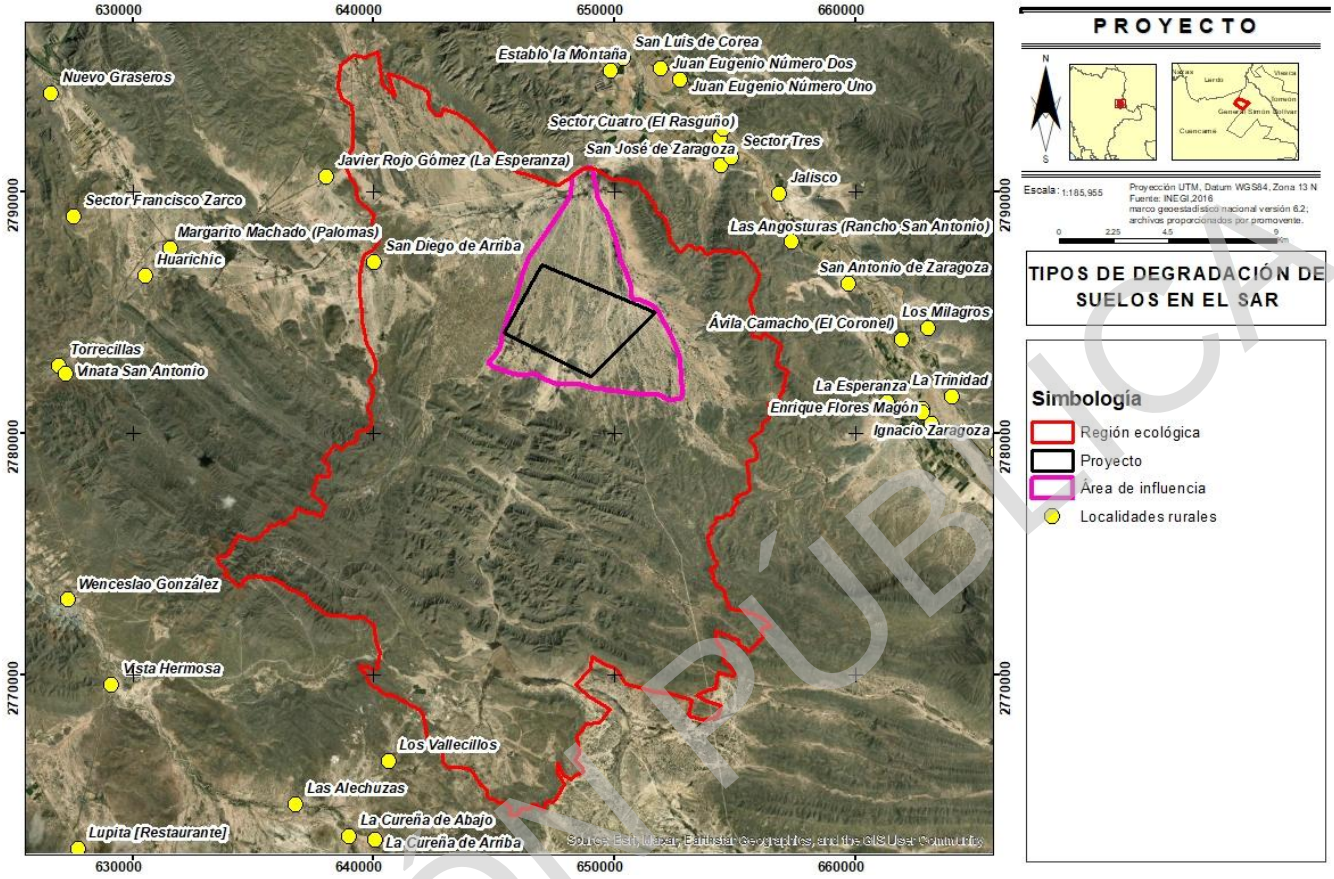


Figura III. 41 Localidades rurales dentro de la Región ecológica.

Con respecto al nivel de bienestar o pobreza del municipio de Cuencamé, en 2020, el 33.2% de la población se encontraba en situación de pobreza, y 2.41% en situación de pobreza extrema. La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 36.6%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 8.72%.

Las principales carencias sociales de Cuencamé en 2020 fueron: carencia por acceso a la seguridad social, carencia por acceso a los servicios de salud, y carencia por acceso a la alimentación.

En cuanto a las localidades indígenas, dentro de la Región ecológica ni dentro del proyecto existen localidades catalogadas como indígenas. La localidad indígena más cercana al proyecto es La Ventana y se encuentra a una distancia de 16.32 km (ver la siguiente figura). Por lo anterior, el proyecto no influirá con el uso ni costumbres de la región.

VERSIÓN PÚBLICA

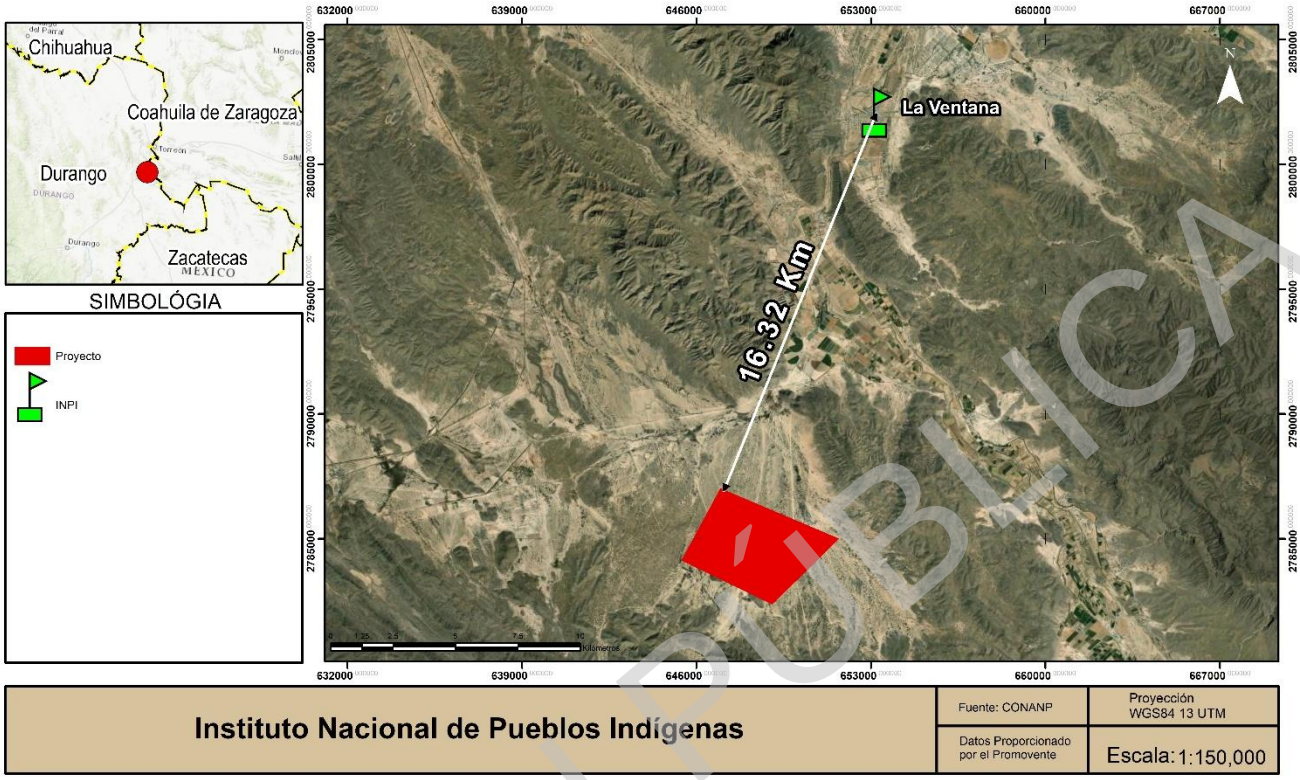


Figura III. 42 Distancia del proyecto, respecto a la localidad indígena más próxima.

Vías de comunicación

Los principales medios de comunicación dentro de la Región ecológica son la Carretera Federal Torreón Río Grande, y una carretera estatal que comunica a las localidades de San Diego (dentro de la Región ecológica), San José de Zaragoza, Juan Eugenio, entre otras, con la localidad urbana de Torreón en el estado de Coahuila (ver la siguiente figura). También existen caminos y brechas que comunican a la carretera estatal con la granja avícola existente (ver la siguiente figura).

VERSIÓN PÚBLICA



Figura III. 43 Caminos de acceso a la granja avícola.

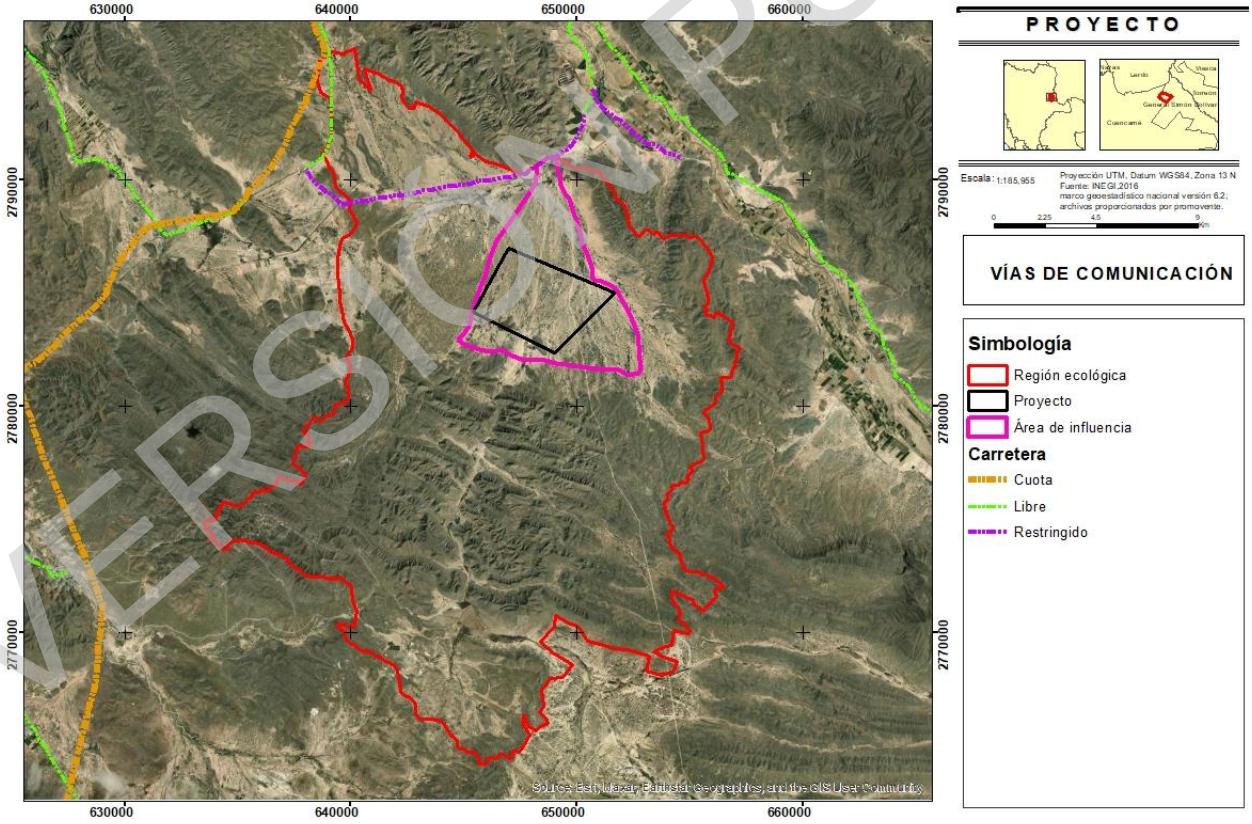


Figura III. 44 Vías de comunicación dentro de la Región ecológica.

VERSIÓN PÚBLICA

Actividades económicas

De acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, dentro del municipio de Cuencamé la principal actividad económica es la agricultura, con un valor de producción anual de 301.1 millones de pesos, después la ganadería con 117.4 millones de pesos.

Los principales cultivos de temporal en la región son frijol, avena forrajera, maíz forrajero y en grano. Los cultivos principales desarrollados bajo riego son avena forrajera, frijol, maíz forrajero y de grano. Del total de la superficie sembrada en el municipio, sólo el 3.6 % es de riego. Sin embargo, dicha superficie genera el 11.7% del valor de la producción agrícola; es decir, que una hectárea de agricultura bajo riego genera el valor de 3.2 ha de temporal.

La actividad pecuaria se integra por la producción ganadera de carne de bovino en pie y en canal, y en menor grado la producción de carne de porcino y caprino; además se produce leche de bovino y caprino, huevo y miel; siendo la venta de ganado bovino en pie y en canal, la que genera al menos el 80 % de ingreso anual pecuario. El proyecto, por su parte, no incidirá sobre la superficie ocupada por esta actividad agropecuaria.

Los principales problemas existentes en las localidades de la Región ecológica son desempleo y empleo deficiente, carencia de agua y mala calidad, carencia o mal estado del drenaje, falta de apoyos por parte del gobierno, carencia de equipamiento y servicios de salud, así como, la falta de recursos para la producción.

III.1.2. Características culturales

Sitios arqueológicos o monumentos de valor histórico

Dentro de la Región ecológica no se cuenta con el registro de algún sitio arqueológico o de valor monumental. Fuera de la Región ecológica, se localiza la ruta de Patrimonio Histórico denominada Camino Real de Tierra Adentro, también conocido como el camino a Santa Fe. Era una ruta comercial de 2,560 km de longitud que iba desde la Ciudad de México hasta la ciudad de Santa Fe, Nuevo México, EU, de forma activa desde mediados del siglo XVI hasta el siglo XIX. La importancia de la ruta es porque pasa por diversos monumentos de valor histórico.

También fuera de la Región ecológica cuenta con el registro de dos sitios arqueológicos correspondientes a cuevas con pinturas rupestres (ver la siguiente figura).

VERSIÓN PÚBLICA

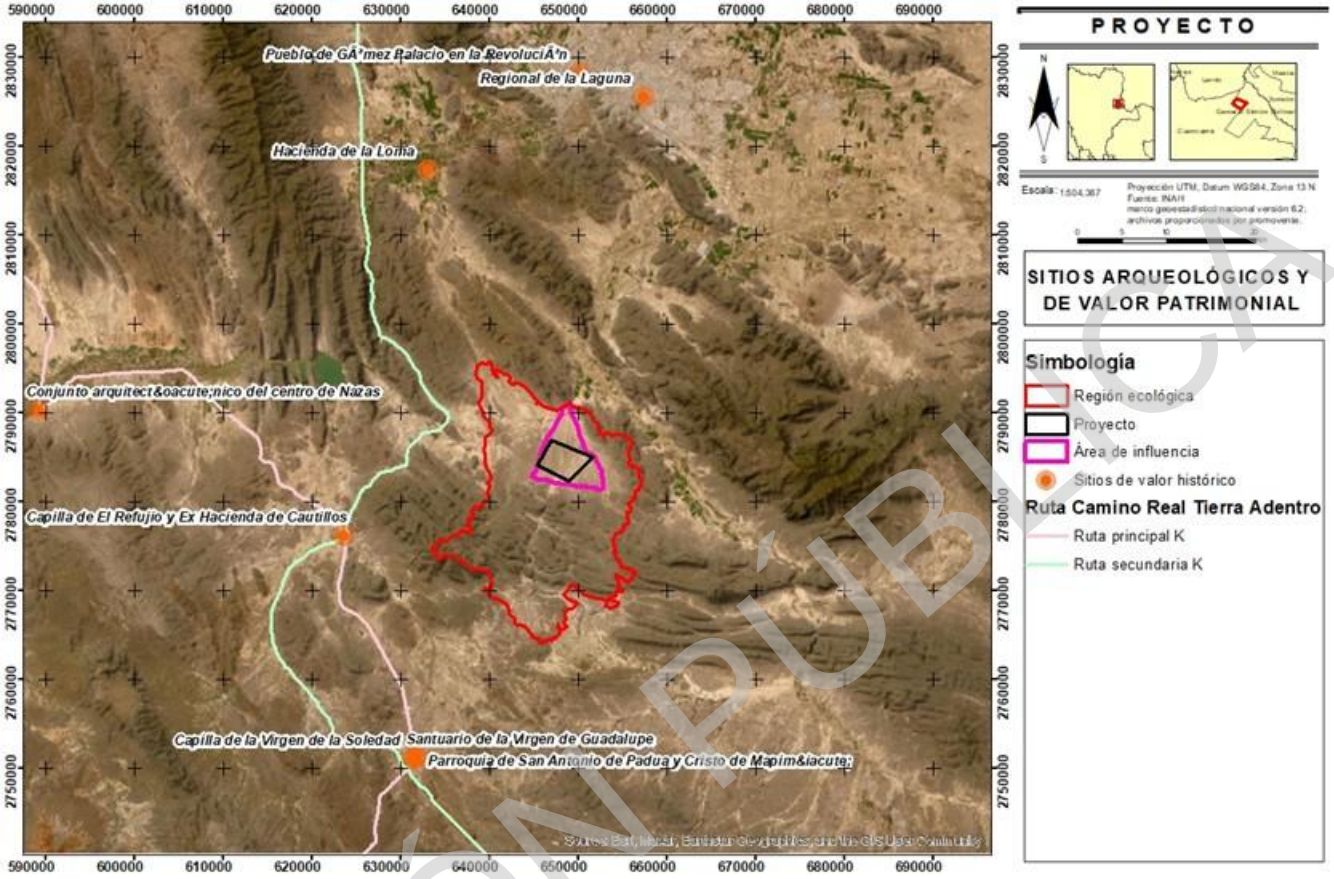


Figura III. 45 Sitios arqueológicos y de valor histórico.

El proyecto no tendrá incidencia con los sitios arqueológicos antes señalados, situación por lo cual no afectará los sitios de valor histórico ni patrimonial.

III.2. Problemáticas ambientales

A continuación, se detallan las problemáticas ambientales detectadas en la Región Ecológica y el área del proyecto:

La Región Ecológica presenta **escasas precipitaciones y alta evaporación** con un marcado déficit hídrico debido a un clima muy seco semi cálido donde la precipitación media anual es de 296.6 mm. En contraste, la evaporación potencial promedio es extremadamente alta, alcanzando los 1,810.3 mm al año. Esta diferencia es

VERSIÓN PÚBLICA

más crítica entre los meses de marzo y junio, cuando las pérdidas de agua por evaporación superan los 200 mm mensuales, agravando la aridez del entorno.

Relacionado con las escasas precipitaciones, **la sequía** es otro de los problemas ambientales. De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos, la zona del proyecto se encuentra en un nivel de peligro medio por sequía.

Durante la temporada invernal, la región experimenta la **entrada de masas de aire polar provenientes de Canadá y Estados Unidos**, conocidas localmente como "**nortes**". La llegada de estos frentes fríos genera un fuerte contraste térmico entre el día y la noche, lo que produce corrientes de aire y vientos muy irregulares. Estas condiciones climáticas dan lugar a fuertes tormentas de polvo y arena que alteran de forma temporal la dinámica de la zona.

En el ámbito geomorfológico, la unidad correspondiente a los lomeríos bajos disectados se identifica como la más vulnerable a la **erosión**. Estos lomeríos están compuestos por conglomerados de calizas, areniscas y limolitas pertenecientes a la Formación Ahuichila, materiales que los hacen propensos a la pérdida de suelo. No obstante, debido a los bajos niveles de precipitación de la región, los procesos erosivos actuales se desarrollan de manera lenta. En relación al proyecto, no incidirá en relieves de sierra con procesos erosivos.

III.3. Diagnóstico Ambiental

Los procesos que definen la estructura horizontal y vertical del paisaje geográfico de la Región ecológica, están definidos por los grandes eventos geológicos que dieron origen a las morfoestructuras del relieve actual. A nivel de la Región ecológica, la mayor parte de las planicies se encuentran constituidas de material aluvial, y en el caso de las sierras está constituidas por rocas sedimentarias, entre las que destacan las calizas y los conglomerados, cuyas rocas son de características permeables a muy permeables. Estas características por sí solas favorecen los procesos de infiltración del agua hacia el subsuelo.

La microcuenca donde se ubicará la Región Ecológica, aun cuando se localiza en la zona funcional alta de la subcuenca R. Aguanaval, tiene poca participación en la generación de escurrimientos hacia la zona funcional media y baja de la subcuenca, ya que el aporte más importante de agua proviene precisamente del río Aguanaval, el cual es considerando dentro de la Región Hidrológica como el segundo en importancia seguido del R. Nazas. Por lo anterior, los escurrimientos estacionales de la Región ecológica solo son tributarios del R. Aguanaval; por otra parte,

VERSIÓN PÚBLICA

la baja precipitación se debe a que el tipo de clima es semiárido con una precipitación media anual de 296.6 mm, lo cual es bajo considerando la precipitación que se genera en las porciones más altas de la Región Hidrológica-36, cuyos niveles de precipitación son de por lo menos 800 mm anuales. Estos últimos niveles de lluvia son los que dan lugar a los ríos Nazas y Aguanaval, considerándose los ríos más importantes de la región hidrológica, y en consecuencia vitales para el desarrollo económico de la Comarca Lagunera.

El aprovechamiento del agua en la Región ecológica es mediante la captación de la precipitación pluvial, porque los procesos de infiltración se encuentran limitados a los arroyos estacionales de la microcuenca, sin recibir el aporte de ríos permanentes o de gran desarrollo que garanticen la permanencia del recurso hidrológico, y esta es la razón por la cual el uso de suelo agrícola es menor al 1%. A lo anterior, se suma la presencia de suelos pobres y delgados con bajo potencial para el desarrollo agrícola.

Con respecto al agua subterránea, esta se desplaza de las zonas topográficamente más altas de las sierras y montañas hacia las zonas de descarga de las planicies. De esta manera, es posible identificar la dirección preferencial del flujo subterráneo de sur a norte. La profundidad del acuífero en los valles de los arroyos es de 10 m, aumentando gradualmente por efecto de la topografía, de tal forma que en las sierras o montañas es posible encontrar el acuífero hasta una profundidad de 200 m.

La estructura, arreglo y disposición de los materiales en cada unidad del relieve, permitió reconocer que a escala de la Región ecológica existen dos formas de alimentación al acuífero: la primera recarga al acuífero ocurre de forma vertical a través de las grietas de las fallas y fracturamientos de las sierras, montañas, y lomeríos; y el segundo medio de recarga ocurre de forma directa sobre la planicie, ya sea por la precipitación in situ, vía sub superficial, o a través de los valles de los arroyos. Sin embargo, la disponibilidad de agua del acuífero, está en función de las precipitaciones y altas temperaturas que, a su vez, generan altos niveles de evaporación.

Geomorfológicamente, la Región ecológica se localiza sobre una de las mayores unidades morfoestructurales que es la Sierra Madre Oriental. Esta cadena montañosa es resultado de un proceso de plegamiento y cabalgamiento generado por la deformación del basamento. Estas fuerzas internas, así como la sedimentación, dieron como resultado las formas actuales del relieve de la Región ecológica que consisten básicamente en elevaciones mayores de sierras y montañas, valles intermontanos, piedemontes, lomeríos disectados y las planicies.

VERSIÓN PÚBLICA

En relación al suelo, el origen geológico determina las particularidades de los diferentes tipos de suelos. En la planicie, y por lo tanto en el área del proyecto, el tipo de suelo que se presenta son los Calcisoles, los cuales son la acumulación secundaria de cal, y son el resultado de depósitos eólicos aluviales y coluviales de materiales intemperizables (alterables) ricos en bases. Si bien el proyecto incidirá en este tipo de suelos, cabe resaltar que no se requiere el sellamiento de toda la superficie del suelo, por lo que las áreas libres seguirán permitiendo el proceso de infiltración hacia el subsuelo.

En conclusión, las características topográficas, morfológicas, y climáticas de la Región ecológica, así como el acceso limitado, son factores que no han permitido su poblamiento, ni el aprovechamiento de sus recursos naturales que fomente su participación en el desarrollo económico de la región. El proyecto, por su parte, busca la generación de energía a partir de fuentes de energía renovables, que si bien puede generar la incidencia en algunos componentes ambientales, como es el caso del suelo, esto no implicará un desequilibrio en el funcionamiento de los procesos ambientales de la Región Ecológica.

VERSIÓN PÚBLICA

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

PROYECTO FOTOVOLTAICO "SAN JOSÉ DE ARRIBA"

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA
APARTADO BIÓTICO

CONSULTA PÚBLICA



CONTENIDO

CONTENIDO 2

IV. Descripción de la Región Ecológica y señalamiento de la Problemática Ambiental Detectada 3

IV.1. Medio biótico 3

IV.1.1. Áreas de Importancia para la biodiversidad 3

a) Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) 3

b) Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) 4

IV.1.2. Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) 5

IV.1.3. Ruta migratoria de aves 6

IV.1.4. Vegetación 8

a) Caracterización bibliográfica de la flora. 8

b) Caracterización de campo de la vegetación 12

IV.1.5. Fauna 83

a) Listado potencial de fauna 83

b) Muestreo de fauna 83

c) Diagnóstico ambiental 137

CONSULTA PÚBLICA

III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA

IV.1. Medio biótico

Continuando con la descripción de la Región Ecológica (RE), y dar elementos a la autoridad para la evaluación de los componentes bióticos (*i.e.*, flora, fauna), en este apartado se realiza una caracterización de las condiciones ambientales en la Región Ecológica (RE), Área de Influencia (AI) y área del proyecto (AP). Para ello, de inicvio resulta importante mencionar que la información bibliográfica funciona como un marco de referencia para describir sus características, de tal forma que con base en la carta Serie VII, escala 1: 250,000 de INEGI, se determinaron los usos de suelo y vegetación en la RE, AI y AP, y se verificó que el proyecto no se sitúe sobre áreas de importancia para la biodiversidad establecidas por la CONABIO.

IV.1.1. Áreas de Importancia para la biodiversidad

Para establecer el panorama general de la flora y la fauna sobre las que pudiera influir el proyecto, se verificaron las áreas prioritarias de la CONABIO, reconociendo que ni **la RE ni el AI y AP no inciden en algún área prioritaria de la biodiversidad**, como se muestra a continuación.

a) Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Con respecto a las RTP's, la RE no está localizada dentro de la superficie geográfica que las conforma y, en consecuencia, tampoco el AI ni el AP. La RTP más cercana corresponde a Cuchillas de la Zarca, localizada a 70 km al Este de la RE (ver siguiente figura).

CONSULTA PÚBLICA

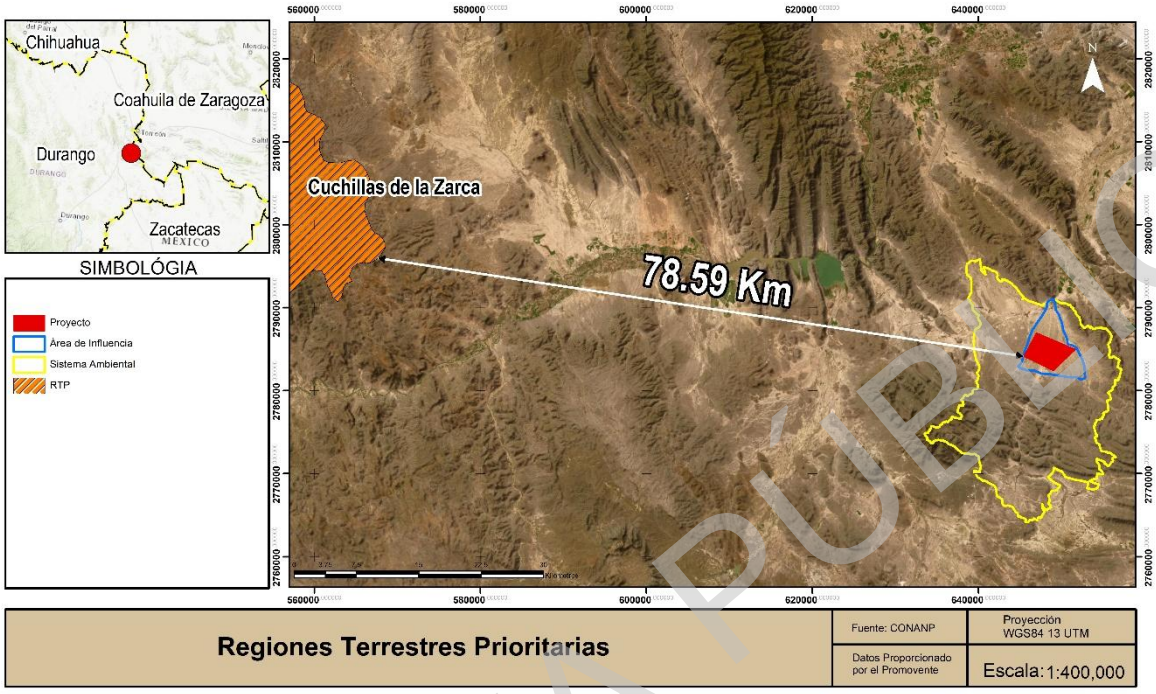


Figura III.1. Localización de RE-AI y AP con respecto a la RTP más cercana.

Fuente: Elaboración propia.

b) Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

En relación con las RHP, se precisa que la RE no incide con ninguna de ellas; como tampoco el AI ni el AP. La RHP más cercana corresponde a Río Nazas, situada a 35 km al Este de la RE (ver siguiente figura).

CONSULTA PÚBLICA

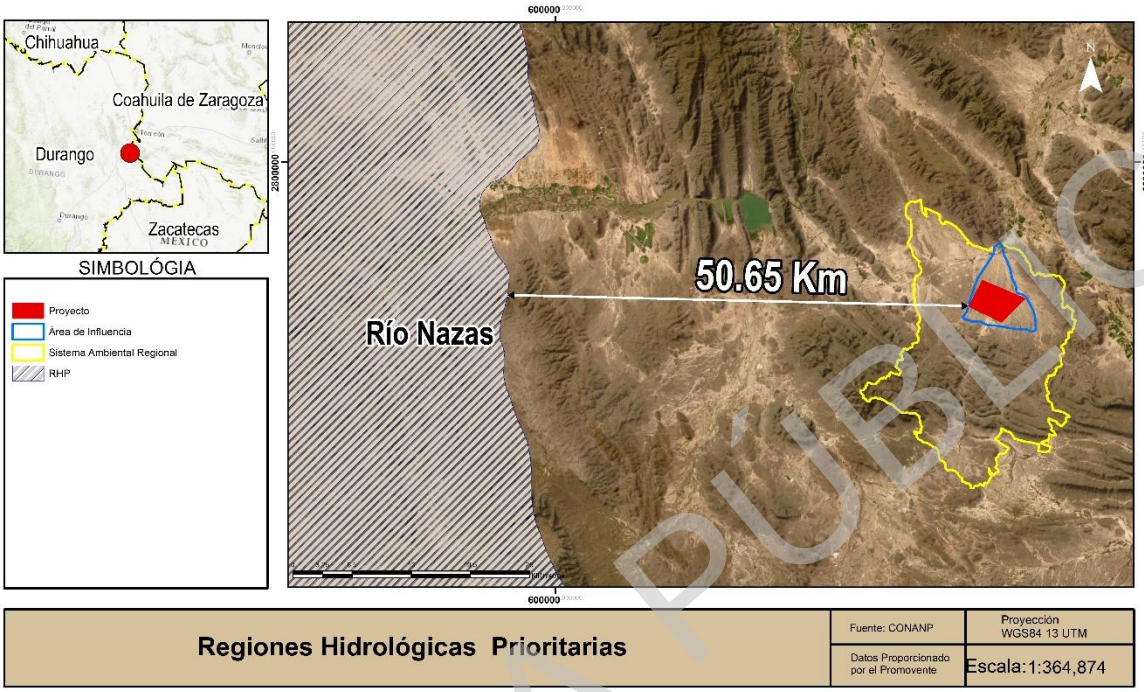


Figura III.2. Localización de RE-AI y AP con respecto a la RHP más cercana.

Fuente: elaboración propia.

IV.1.2. Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

Referente con las AICAS, la RE, AI y AP no se encuentran dentro de ningún AICA. Las más cercanas a la RE son Cuchillas de la Zarca (a 92 Km) y Santiaguillo (a 105 km), tal como se muestra en la siguiente figura.

CONSULTA PÚBLICA

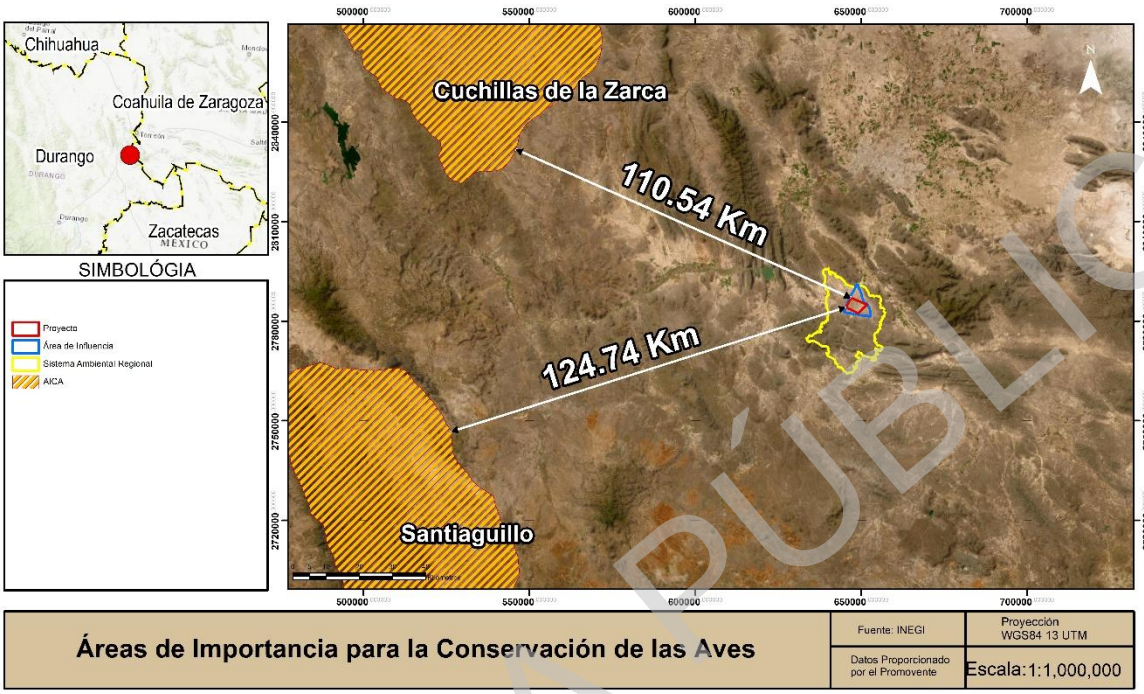


Figura III.3. Localización de RE, AI y AP con respecto a las AICAS más cercanas.

Fuente: elaboración propia.

Si bien, no se identificó incidencia sobre algún AICA, se realizó una revisión bibliográfica de rutas migratorias de aves, que también son sitios importantes de biodiversidad al permitir, identificando lo siguiente.

IV.1.3. Ruta migratoria de aves

La RE, el AI y el AP confluyen con la ruta migratoria de aves denominada "Central", la cual abarca las Grandes Llanuras de Estados Unidos de América y Canadá, extendiéndose hasta la región del Golfo de México (ver siguiente figura). Sin embargo, el diseño del proyecto minimiza el riesgo de interferencia con la avifauna migratoria de dicha ruta, debido a que los paneles solares son de baja altura, al estar colocados casi a nivel del suelo, y no representa una barrera física que interfiera en el vuelo de las aves migratorias.

CONSULTA PÚBLICA

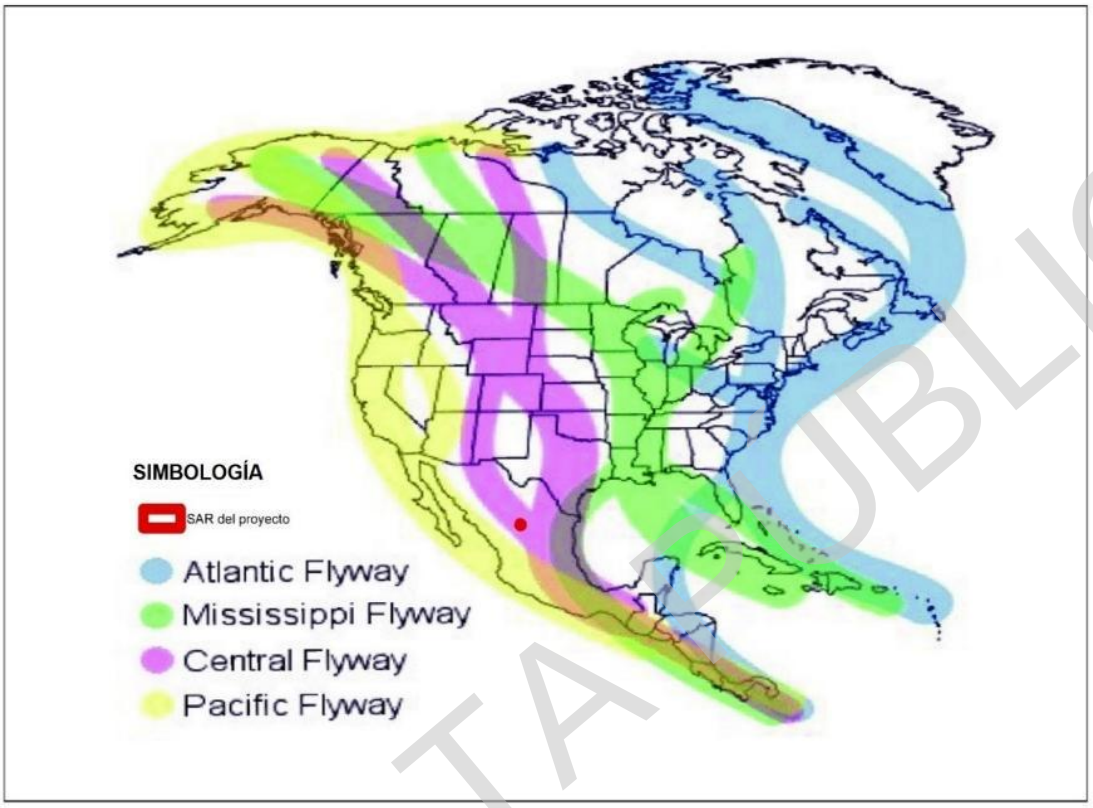


Figura III.4. Mapa esquemático de las rutas migratorias de aves de Norte América. En color morado se indica la ruta central y en color rojo la ubicación de la RE, AI y AP.

Fuente: Tomado de Velarde et al., 2015[1]. Disponible en: http://birding.about. com/od/birdingbasics/ss/North-America-Migration-Flyways.html.

En complemento a lo anterior, **no** se reconocen corredores biológicos dentro del RE que pudieran verse afectados por el proyecto, toda vez que éstos se ubican en la porción sur del país.

Una vez corroborada la incidencia del área del proyecto sobre las áreas de importancia, se llevó a cabo la caracterización de la flora y fauna de la RE, AI y AP, tal como se presenta en los siguientes apartados.

[1] Velarde González, M.E., R. Sanay, H. Perales, M. Espinoza, F. Rosaro y O. Benítez. 2015. Distribución y abundancia en el Sistema Arrecifal Veracruzano. En: A. Granados Barba, L.D. Ortíz-Lozano, D. Salas-Monreal y C. González-Gándara (eds.) Aportaciones al conocimiento del Sistema Arrecifal Veracruzano; hacia el Corredor Arrecifal del Suroeste del Golfo de México. Universidad Autónoma de Campeche, México. p.p. 231-248.

CONSULTA PÚBLICA

IV.1.4. Vegetación

a) Caracterización bibliográfica de la flora.

La información bibliográfica consultada para la vegetación se realizó con base en la cartografía Serie VII, escala 1:250,000 de INEGI, donde se determinan los usos de suelo y vegetación en la RE, AI y AP, y que sirve como base para los muestreos en campo.

Uso de suelo y vegetación, INEGI Serie VII en la RE

Con base en la Serie VII de usos de suelo y vegetación del INEGI, en la RE se identifican seis tipos de vegetación: Matorral Desértico Micrófilo (MDM), Matorral Desértico Rosetófilo (MDR), Matorral Submontano (MSM), Pastizal Halófilo (PH), Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Desértico Micrófilo (VSA/MDM) y Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Desértico Rosetófilo (VSA/MDR), los cuales ocupan el 97.78% de la superficie total de la RE. Adicionalmente, se identificaron tres usos de suelo: Agricultura de Temporal Anual (TA), Pastizal Inducido (PI) y Cuerpo de Agua (H_2O), que cubren el 2.22% restante de la RE (ver siguiente figura).

CONSULTA PÚBLICA

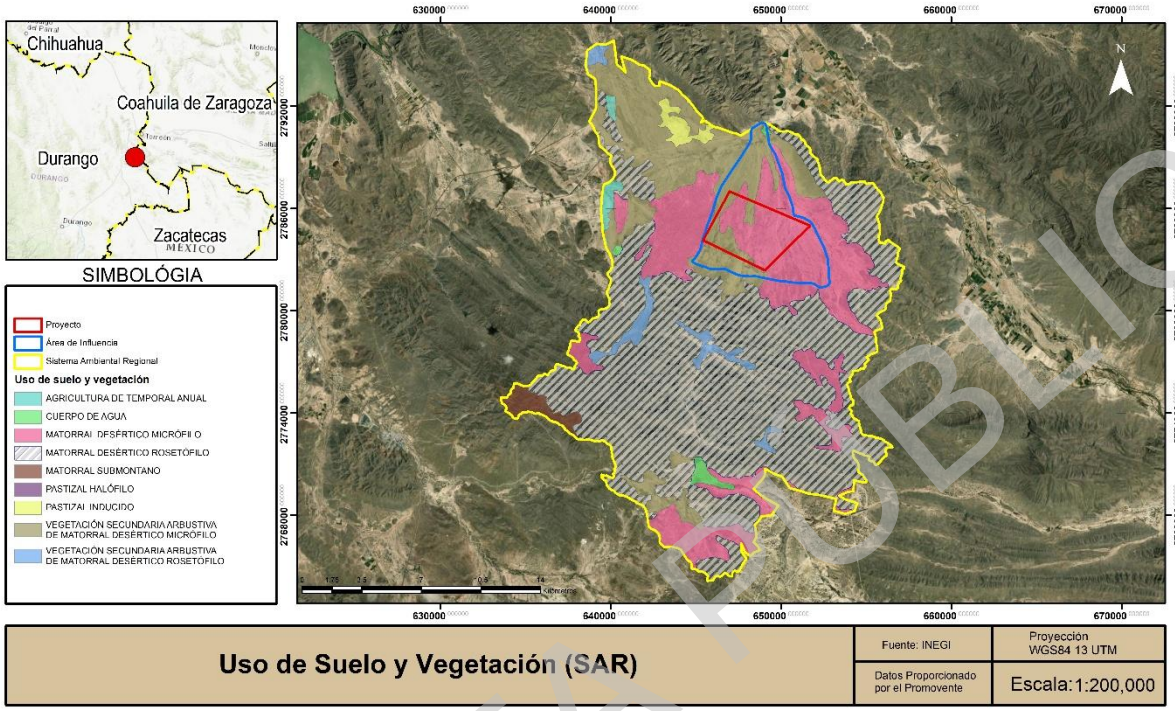


Figura III.5 Usos de suelo y vegetación de acuerdo con Serie VII (INEGI) presentes en la RE.

Fuente: INEGI (Para mayor referencia, la figura se incluye en el anexo del presente capítulo, Apartado Biótico).

Para mayor detalle, en la siguiente tabla se listan los usos de suelo y vegetación arriba mencionados, así como sus superficies que ocupan cada uno de ellos.

Tabla III.1. Usos de suelo y vegetación identificados en el RE. Fuente: Serie VII, (INEGI, 2018).

Clave	Uso de Suelo y Vegetación en el RE	Superficie (ha)	Forestal (ha)	No Forestal (ha)
H2O	Cuerpo de Agua	235.73		235.73
MDM	Matorral Desértico Micrófilo	9156.68	9156.68	
MDR	Matorral Desértico Rosetófilo	21247.82	21247.82	
MSM	Matorral Submontano	510.03	510.03	
PH	Pastizal Halófilo	6.94	6.94	
PI	Pastizal Inducido	371.29		371.29

CONSULTA PÚBLICA

Clave	Uso de Suelo y Vegetación en el RE	Superficie (ha)	Forestal (ha)	No Forestal (ha)
TA	Agricultura de Temporal Anual	268.68		268.68
VSa/MDM	Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Desértico Micrófilo	6862.28	6862.28	
VSa/MDR	Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Desértico Rosetófilo	856.04	856.04	
Total		**39,515.47**	**38,639.78**	**875.69**
Porcentaje (%)			**97.78**	**2.22**

Uso de suelo y vegetación, Serie VII, INEGI, en el AI

En el AI, los usos de suelo y vegetación de acuerdo con INEGI Serie VII corresponden a cuerpos de agua (H2O), matorral desértico micrófilo (MDM) y vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo (VSa/MDM), cuyas superficies se presenten en la siguiente tabla.

Tabla III.2. Usos de suelo y vegetación identificados en el AI. Fuente: Serie VII, (INEGI) (para mayor referencia, la tabla se incluye en el Anexo del presente, Apartado Biótico).

Clave	Uso de Suelo y Vegetación en el AP	Superficie total (ha)	Forestal (ha)	No Forestal (ha)
MDM	Matorral Desértico Micrófilo	2,490.16	2,490.16	---
VSa/MDM	Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Desértico Micrófilo	1,529.93	1,529.93	---
H2O	Cuerpo de agua	14.39	---	14.39
Total		**4,034.48**	**4,020.09**	**14.39**
Porcentaje (%)			**99.62**	**0.38**

En la siguiente figura se muestra la distribución de los usos de suelo y vegetación en el AI, conforme a INEGI Serie VII.

CONSULTA PÚBLICA

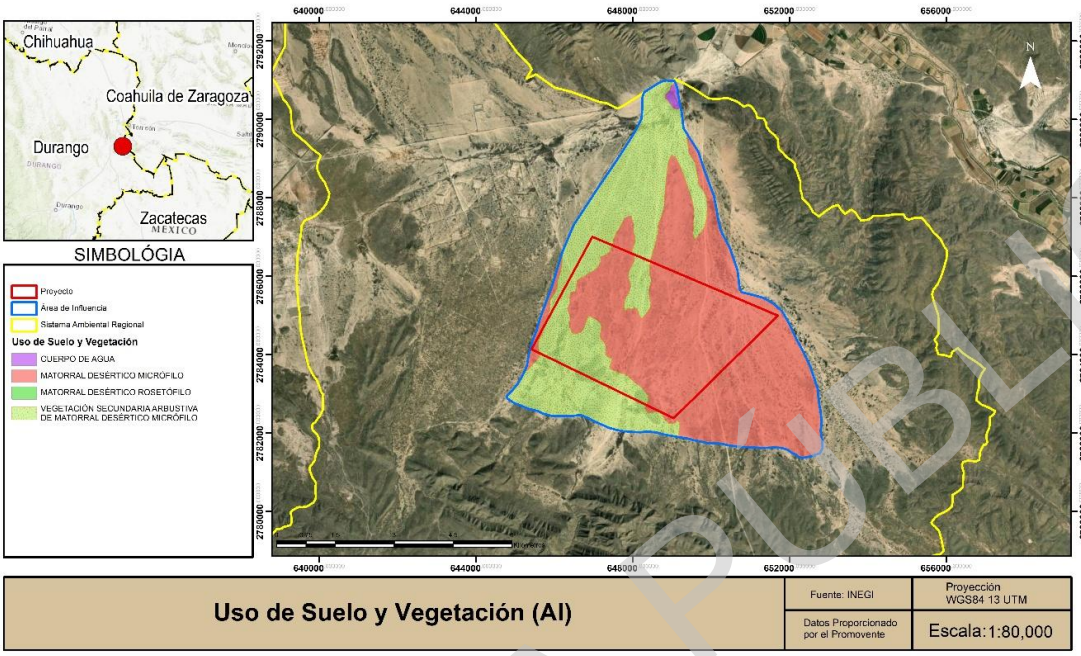


Figura III.6 Usos de suelo y vegetación de acuerdo con Serie VII (INEGI) presentes en el AI.

Fuente: INEGI (Para mayor referencia, la figura se incluye en el anexo del presente Capítulo, Apartado Biótico).

Uso de suelo y vegetación, Serie VII, INEGI, en el AP

En cuanto al AP, de acuerdo con INEGI Serie VII, se identifican dos tipos de vegetación: Matorral Desértico Micrófilo (MDM) y Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Desértico Micrófilo (VSA/MDM), los cuales ocupando el 100% de la superficie del AP. En la siguiente tabla y figura, se puede apreciar que más del 70 % del área del proyecto presenta matorral desértico micrófilo (73.98%) y en la superficie restante se tiene vegetación secundaria de matorral desértico micrófilo (26.02%).

Tabla III.3 Usos de suelo y vegetación identificados en el AP. Fuente: Serie VII, (INEGI) (para mayor referencia, la tabla se incluye en el Anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

Clave	Uso de Suelo y Vegetación en el AP	Superficie total (ha)	Forestal (ha)	No Forestal (ha)
MDM	Matorral Desértico Micrófilo	1142.13	1142.13	---
VSa/MDM	Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Desértico Micrófilo	401.64	401.64	---
Total		**1,543.77**	**1,543.85**	**----**
Porcentaje (%)			**100**	**----**

CONSULTA PÚBLICA

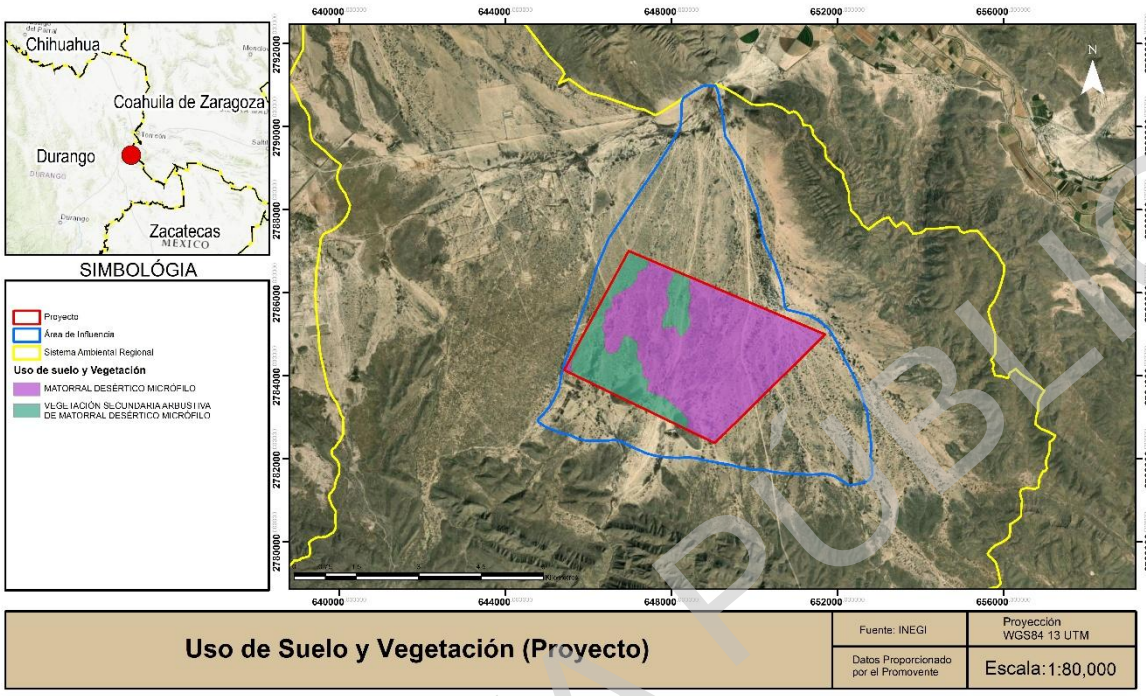


Figura III.7. Usos de suelo y vegetación de acuerdo con Serie VII (INEGI) presente en el AP.

Fuente: INEGI (Para mayor referencia, la figura se incluye en el anexo del presente capítulo, Apartado Biótico).

b) Caracterización de campo de la vegetación

Para fines de corroborar la información bibliográfica antes presentada, se realizaron muestreos en campo, con la finalidad de identificar las especies de flora en la RE, AI y AP y también conocer la condición de la vegetación en la RE, AI y AP. Sumado a la fotointerpretación con imágenes de satélite disponibles para el área mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), se determinaron para el AP tres tipos de vegetación: Matorral Desértico Micrófilo (MDM), Vegetación Secundaria de Mezquital Xerófilo (VS/MKX) y Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).

En la siguiente tabla se muestra la superficie por uso de suelo y tipo vegetación identificados en el área del proyecto (AP) con base en datos de campo y el SIG.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla III.4. Superficie por uso de suelo y tipo de vegetación para el AP, conforme a campo.

Clave	Uso de Suelo y Vegetación		Superficie (ha)	Forestal (ha)	No Forestal (ha)
MDM	Matorral Desértico Micrófilo		1,446.46	1,446.46	---
MDR	Matorral Desértico Rosetófilo		42.92	42.92	---
Vs/MKX	Vegetación Secundaria de Mezquital Xerófilo		24.02	24.02	---
DV	Desprovisto de vegetación	Desprovisto de Vegetación	16..37	----	30.37
		Escurrimiento	6.44	----	
		DDV Ducto existente	7.56	----	
Total			**1,543.77**	**1,513.40**	**30.37**
Porcentaje (%)				**98.03**	**1.96**

* De la superficie total desprovista de vegetación, 7.56 ha corresponden al Derecho de vía de ducto existente.

A partir de las superficies expuestas en la tabla anterior, se tiene que el área del proyecto presenta vegetación forestal en una superficie de 1,513.40 ha y la superficie restante se encuentra desprovista de vegetación (30.37 ha). Es importante resaltar que **será necesaria la remoción de vegetación forestal en 1,485.99 ha** donde se desplantarán las obras y se realizarán maniobras para el desarrollo del proyecto (ver detalle en el Capítulo II).

En la siguiente figura se muestra la distribución de los usos de suelo y vegetación presentes en el área del proyecto identificadas mediante fotointerpretación y trabajo de campo.

CONSULTA PÚBLICA

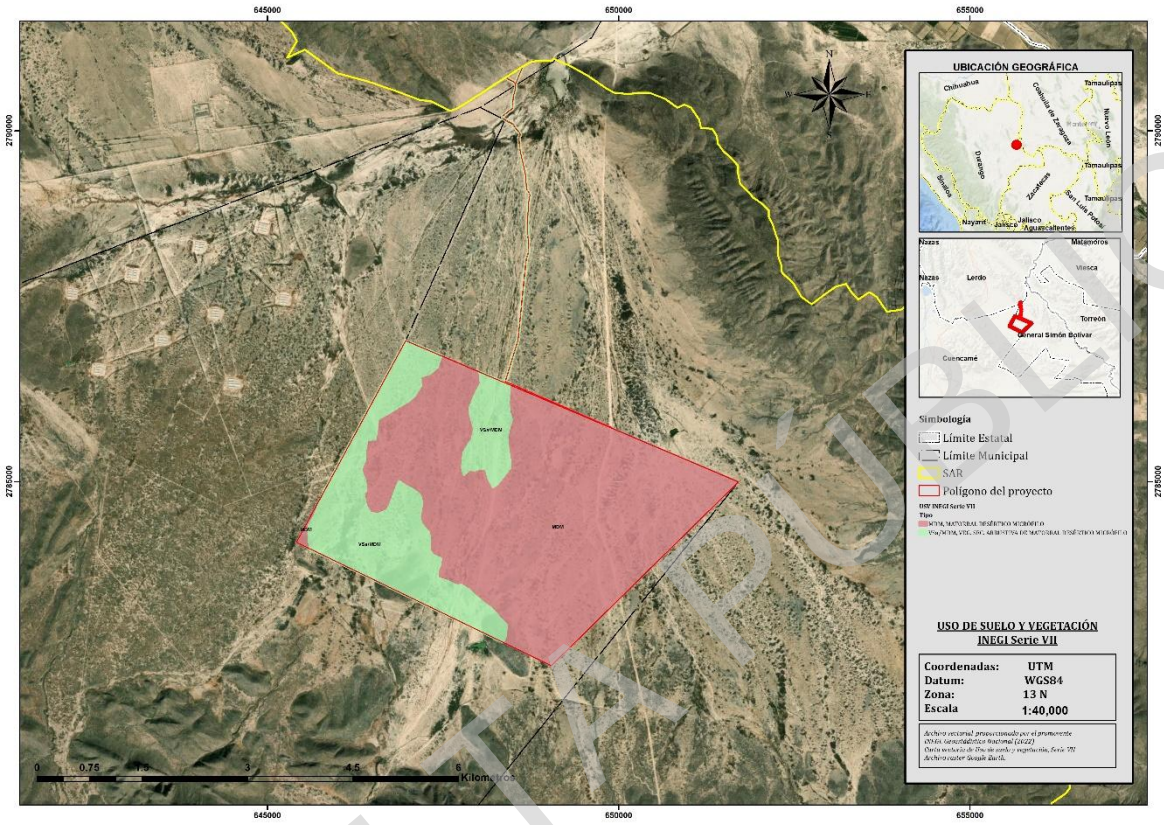


Figura III.8. Usos de suelo y vegetación en el área del proyecto de acuerdo con los muestreos realizados y con apoyo de SIG.

Fuente: elaboración propia a partir del trabajo de campo (Para mayor referencia, la figura se incluye en el anexo del presente Capítulo, Apartado Biótico).

Cabe precisar que dentro de la sección noreste del área del proyecto se identificó la presencia de un gasoducto que se encontró delimitado por bordos que cubre una superficie de 7.56 ha, así como el derecho de vía de una línea de transmisión existente que tiene una superficie de 29.76 ha, donde no se pretende desplantar ninguna obra del proyecto. En cuanto a la LT del proyecto, solo cruzará de forma aérea al gasoducto, y se respetará en todo momento el derecho de vía de la LT existente.

En la siguiente figura se muestra esquemáticamente la ubicación de la LT del proyecto con respecto al gasoducto y la LT existente.

CONSULTA PÚBLICA



Figura III.9 Ubicación área de la LT del proyecto con respecto al gasoducto existente.

Para mayor detalle sobre la información antes presentada, en la siguiente tabla se desglosan los usos de suelo y tipos de vegetación por obra en el área del proyecto, de acuerdo con lo registrado en campo y con apoyo del SIG.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla III.5. Usos de Suelo y Vegetación por obra de acuerdo con lo observado en campo, y con apoyo de SIG en el área del proyecto.

Fuente: datos obtenidos a partir del trabajo de campo (para mayor referencia, la tabla se incluye en el Anexo del presente Capítulo, Apartado Biótico).

Obra/Componente	Superficie (ha)	Afectación	USO DE SUELO Y/O VEGETACIÓN				Forestal	No forestal	TOTAL
			Desprovisto de vegetación	Matorral desértico micrófilo	Matorral desértico rosetófilo	Vegetación secundaria Mezquital xerófilo			
Caminos internos	**15.09**	PERMANENTE	0.22	14.42	0.13	0.33	14.88	0.22	**15.09**
Zona de paneles	**909**	PERMANENTE	7.93	874.49	5.39	21.19	901.07	7.93	**909**
Centros de transformación y estaciones meteorológicas	**0.9**	PERMANENTE	0.01	0.85	0.01	0.02	0.88	0.01	**0.89**
Zona de baterías	**12.5**	PERMANENTE		12.5			12.5	0	**12.5**
Obras temporales	**6.94**	TEMPORAL		6.94			6.94	0	**6.94**
Vados (obras hidráulicas)	**0.11**	PERMANENTE	0.07	0.04			0.04	0.07	**0.11**
Zona de maniobras	**106.22**	PERMANENTE	1.45	99.42	2.87	2.48	104.77	1.45	**106.22**
Tanque diésel	**0.0001**	PERMANENTE		0.0001			0.0001	0	**0.0001**
Garita	**0.004**	PERMANENTE		0.004			0.004	0	**0.004**
Área de materiales	**0.04**	PERMANENTE		0.04			0.04	0	**0.04**
Subestación elevadora	**0.651**	PERMANENTE		0.651			0.651	0	**0.651**
Cuarto de control	**0.009**	PERMANENTE		0.009			0.009	0	**0.009**
Cisterna	**0.002**	PERMANENTE		0.002			0.002	0	**0.002**
Zona de residuos	**0.003**	PERMANENTE		0.003			0.003	0	**0.003**
Fosa séptica	**0.0002**	PERMANENTE		0.0002			0.0002	0	**0.0002**
Área administrativa	**0.044**	PERMANENTE		0.044			0.044	0	**0.044**
Vialidades y estacionamiento	**0.372**	PERMANENTE		0.372			0.372	0	**0.372**

CONSULTA PÚBLICA

Obra/Componente	Superficie (ha)	Afectación	USO DE SUELO Y/O VEGETACIÓN				Forestal	No forestal	TOTAL
			Desprovisto de vegetación	Matorral desértico micrófilo	Matorral desértico rosetófilo	Vegetación secundaria Mezquital xerófilo			
Subestación de Maniobras	**3.16**	PERMANENTE		3.16			3.16	0	**3.16**
DDV LT del proyecto	**49.53**	PERMANENTE	0.35	49.18			49.18	0.35	**49.53**
DDV LT Existente CFE	**29.76**	PERMANENTE	2.35	27.09	0.32		27.41	2.35	**29.76**
DDV Gasoducto existente	**7.56**	PERMANENTE	7.56				0	7.56	**7.56**
Escurrimientos pluviales	**6.29**	NO AFECTACIÓN	6.29				0	6.29	**6.29**
Movimiento y maniobras	**395.58**	PERMANENTE	4.14	357.24	34.2		391.44	4.14	**395.58**
TOTAL	**1,543.77**		**30.37**	**1,446.46**	**42.92**	**24.02**	**1,513.40**	**30.36**	**1,551.74**

Si bien, en la tabla anterior se reconoce una superficie de vegetación forestal de 1,513.40 ha; 27.41 ha corresponden al derecho de vía (DDV) de la línea de transmisión existente cuyo mantenimiento es competencia de un tercero (CFE). Considerando lo anterior, la superficie total con vegetación forestal que será removida equivale a 1,485.99 ha.

Una vez expuesto lo anterior, en los siguientes apartados se presenta la metodología y resultados de los muestreos de campo, con la finalidad de dar respaldo a los usos de suelo y vegetación identificados en el área del proyecto.

Metodología de muestreo de vegetación

Para caracterizar la vegetación en la RE, AI y AP, se realizaron muestreos de campo en octubre del 2019 y del 29 de enero al 16 de febrero de 2024, para lo cual se utilizaron parcelas cuadradas que es una de las formas más comunes de muestreo de vegetación. El tamaño del cuadrante depende de la forma de vida y dependiendo de la densidad de los individuos.

En este sentido, para caracterizar la vegetación en la RE, AI y AP se utilizaron parcelas de 100 m^2, se establecieron parcelas cuadradas de 10 x 10 m, contabilizando la totalidad del número de

CONSULTA PÚBLICA

ejemplares por especie identificada dentro del mismo. En el caso de individuos ubicados en el límite del cuadrante, que se encuentren menos de la mitad del individuo no se contabilizan. Así mismo, se midieron los parámetros dasométricos de altura y diámetro basal a 10 cm; para el arbolado, se midió y registró el diámetro normal (DAP) a la altura de 1.3 m sobre la superficie del suelo, así como los diámetros de copa tomados de norte a sur y de oriente a poniente.

Para la delimitación de las subparcelas de muestreo de 1x1 m (1 m^2), se tomaron en cuenta principalmente a los pastos. Los datos recabados se expresan en porcentajes de cobertura en el área de 1 m^2. Regularmente estas mediciones omiten una diferenciación entre individuos, ya que, por la biología misma de las especies, es poco plausible determinar dónde empieza y termina un individuo de pasto, por lo cual, la cobertura se toma como un individuo y/o repetición, lo que permite su posterior procesamiento y análisis (Shannon, IVI, Pielou). El enfoque principal de un parcelado de 1 m^2 es para generar una aproximación de la cobertura presente dentro de un cuadrante mayor, y complementar el análisis de la biodiversidad en el estrato más bajo.

Para la delimitación de las parcelas de muestreo se georreferenció primeramente el vértice SW de cada una de estas con apoyo de un equipo geoposicionador, realizando posteriormente el marcaje de los cuatro vértices partiendo del punto central en el sentido de las manecillas del reloj, estableciéndose de esta manera cuatro marcas con apoyo de cinta fluorescente (ver figura siguiente).

CONSULTA PÚBLICA

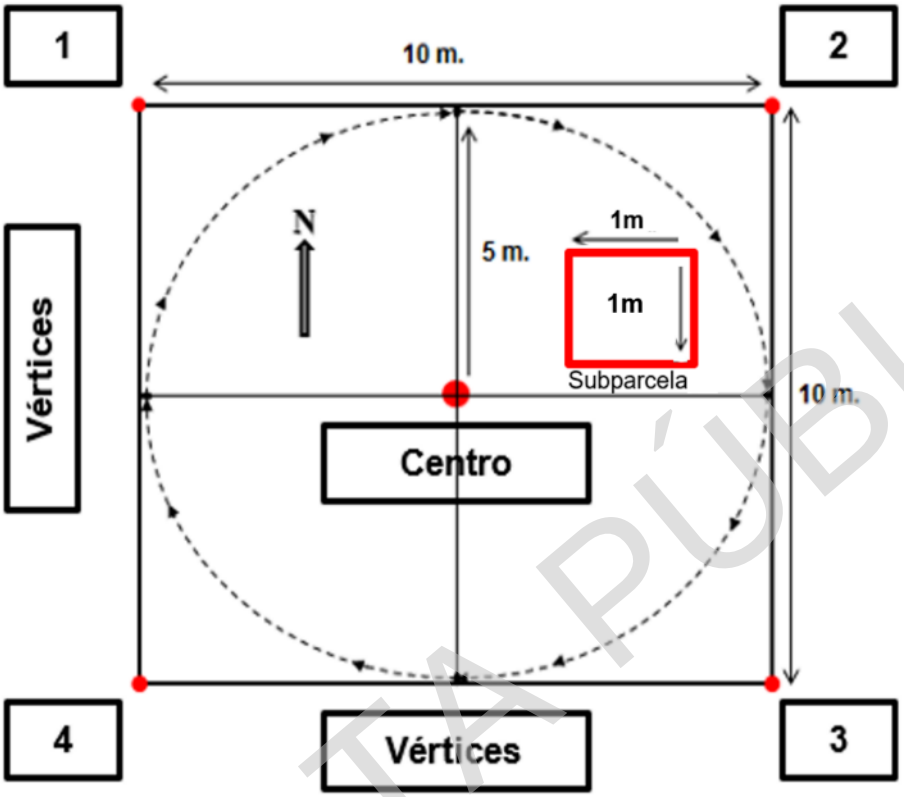


Figura III.10. Esquema que muestra la delimitación de las parcelas de muestreo de 10x10 m y 1x1 m.

Las parcelas fueron distribuidas mediante el método sistemática – aleatoria (el cual considera las limitaciones logísticas, físicas y biológicas esperadas: accesibilidad al área, impacto antropogénico desmedido, variabilidad en los microecosistemas, entre otros), 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. Con esto, todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser seleccionados como áreas de muestreo. Cabe mencionar que mediante este método se evalúa sólo una fracción de la población de manera objetiva, y se extrapolan los resultados obtenidos a toda la superficie de estudio, motivo por lo cual, se establecieron los siguientes sitios.

Para los muestreos realizados en la RE y AI en 2019, se establecieron en total de manera sistemática 165 sitios, teniendo 104 sitios en el matorral desértico micrófilo (MDM), 56 sitios para la vegetación secundaria de mezquital xerófilo (VS/MKX), y 5 sitios en el matorral desértico rosetófilo

CONSULTA PÚBLICA

(MDR). Este número de sitios fue el mismo en el área del proyecto para los mismos tipos de vegetación.

Durante el muestreo en 2024, se establecieron un total de 227 parcelas en la RE y AI, divididas en 12 para el MDR, 15 para VS/MKX y 200 para el MDM. A su vez, se establecieron el mismo número de sitios en el área del proyecto y en los mismos tipos de vegetación (ver tabla siguiente).

Tabla III.6. Número de parcelas establecidas por tipo de vegetación tanto en la RE, AI como en el AP.

Tipo de vegetación	Número de parcelas 2019		Número de parcelas 2024	
	RE-AI	AP	RE-AI	AP
Matorral desértico micrófilo (MDR)	5	5	12	12
Vegetación secundaria de Mezquital xerófilo (VS/MKX)	56	56	15	15
Matorral desértico rosetófilo (MDM)	104	104	200	200
Total	**165**	**165**	**227**	**227**

Los sitios del muestreo del AI y RE, así como su análisis se integraron en un solo análisis, toda vez que el AI se encuentra inmerso dentro del RE presentando condiciones similares para dicha superficie.

Cabe resaltar que se tuvo como objetivo establecer la mayor cantidad de parcelas de muestreo que ayudarán a obtener la mayor cantidad de especies, con la finalidad de obtener una acumulación de especies de referencia, que permitiera hacer una comparativa con un marco de condiciones más favorables o en mejores condiciones de diversidad.

Las coordenadas UTM / WGS84 de cada una de las parcelas establecidas en la RE, AI y área del proyecto, de ambos muestreos, se incluyen en el anexo del presente Capítulo III, Apartado Biótico. Asimismo, en las siguientes figuras se muestran la ubicación de las parcelas de las áreas muestreadas y de las dos campañas de muestreo.

CONSULTA PÚBLICA

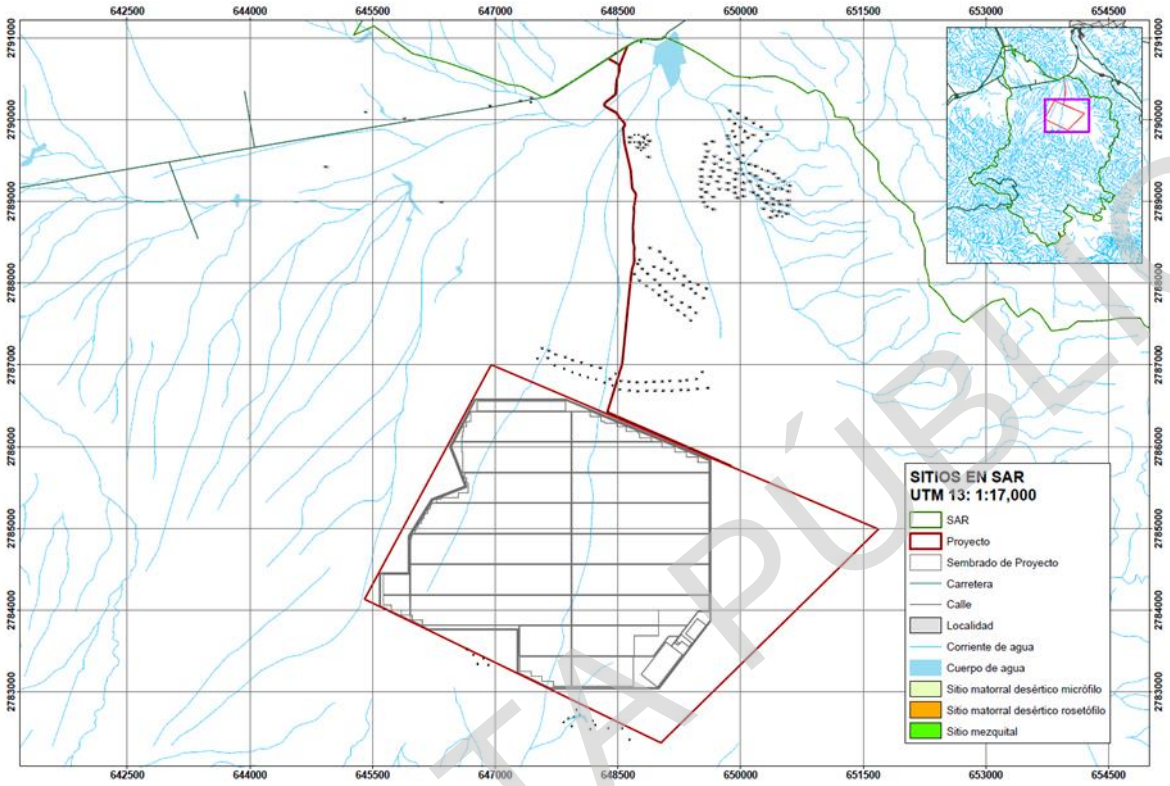


Figura III.11 Esquema que muestra la delimitación de las parcelas de muestreo del 2019 dentro de la RE y AI.

Fuente: elaboración propia a partir del trabajo de campo (Para mayor referencia, la figura se incluye en el Anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

CONSULTA PÚBLICA

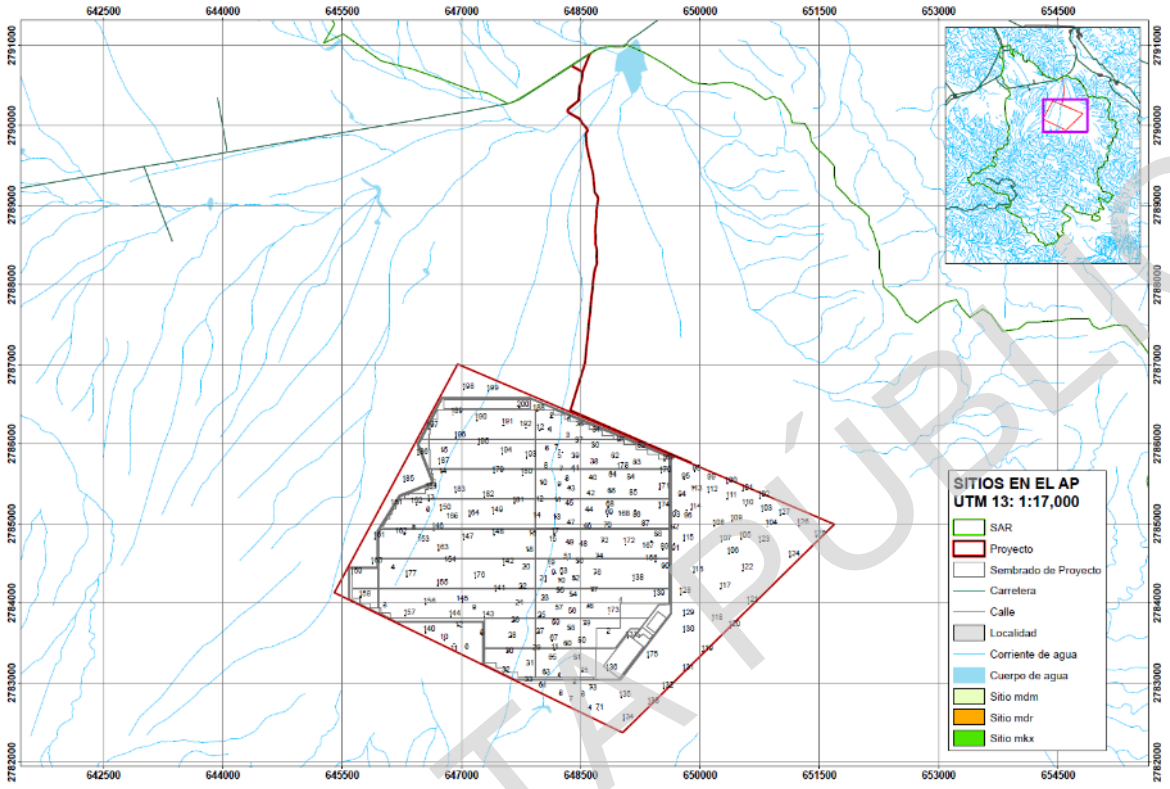


Figura III.12. Esquema que muestra la delimitación de las parcelas de muestreo del 2019 en el AP.

Fuente: elaboración propia a partir del trabajo de campo (Para mayor referencia, la figura se incluye en el Anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

CONSULTA PÚBLICA

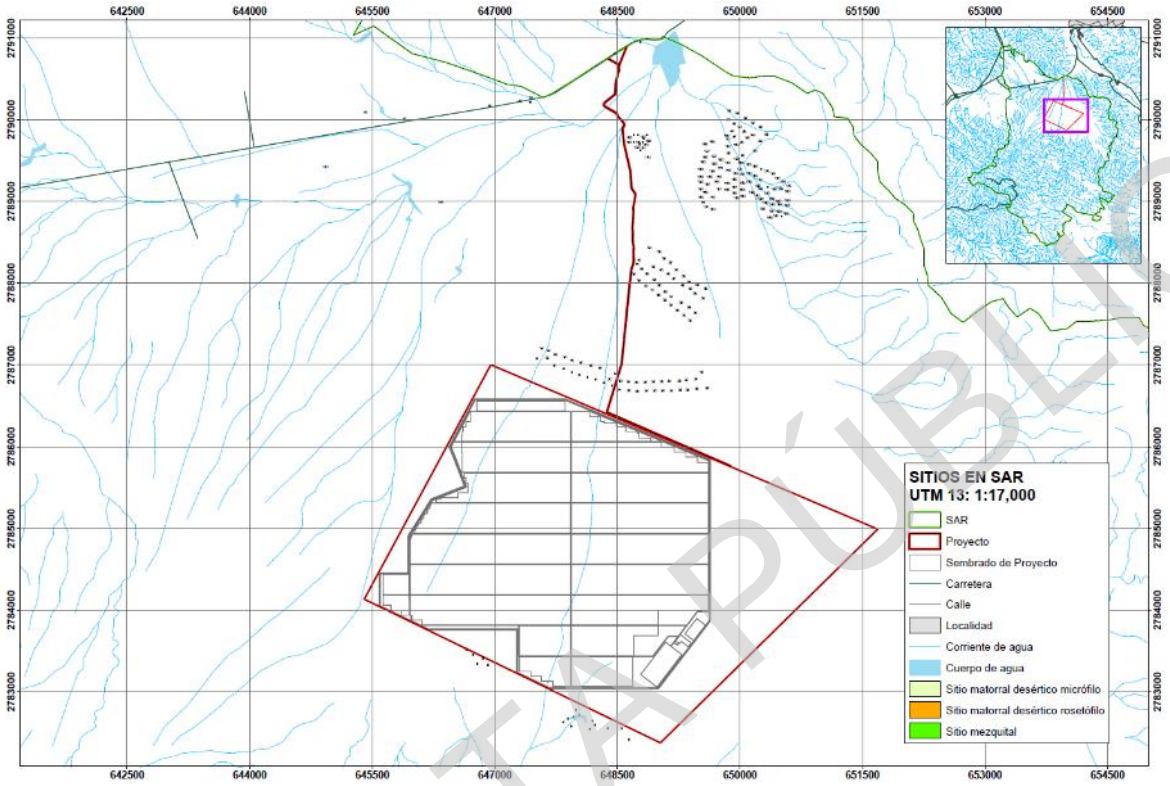


Figura III.13. Esquema que muestra la delimitación de las parcelas de muestreo el 2024 dentro de la RE y AI.

Fuente: elaboración propia a partir del trabajo de campo (Para mayor referencia, la figura se incluye en el Anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

CONSULTA PÚBLICA

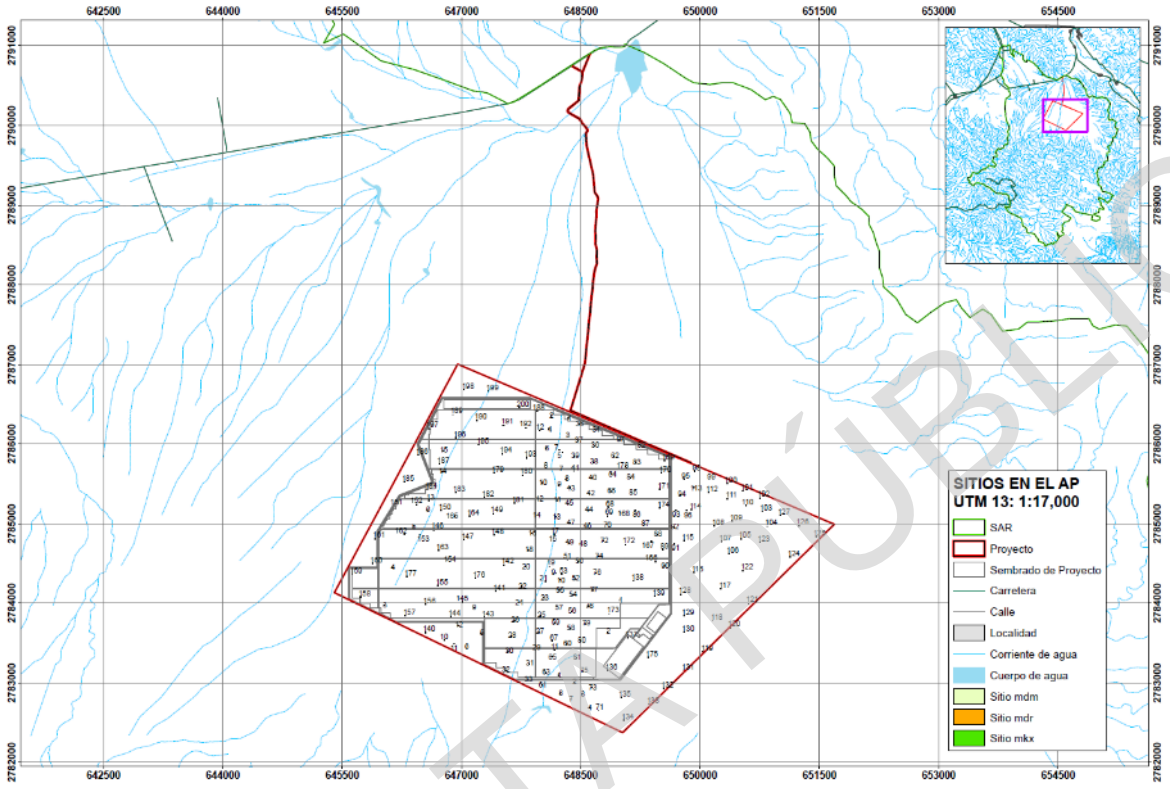


Figura III.14. Esquema que muestra la delimitación de las parcelas de muestreo del 2024 en el AP.

Fuente: elaboración propia a partir del trabajo de campo (Para mayor referencia, la figura se incluye en el Anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

Análisis de datos en campo

Una vez obtenidos los datos de campo, se realizaron las estimaciones ecológicas considerando los siguientes aspectos.

Representatividad de los muestreos

Para evaluar si el esfuerzo de muestreo fue suficiente para tener una muestra representativa de la vegetación en la RE, AI y AP, se elaboró una matriz de presencia/ausencia de especies por estrato, para después procesarlas utilizando el programa EstimateS, del cual se obtienen los valores correspondientes a la riqueza de especies esperada S(est) (desviación estándar), para su posterior procesamiento en el programa de análisis estadístico STATISTICA. A continuación, se presentan las

CONSULTA PÚBLICA

ecuaciones que son necesarias para poder elaborar las curvas de acumulación y su posterior comprobación.

Ecuación de Clench:

$$v2 = (a * v1)/(1 + (b * v1))$$

Ecuaciones de comprobación:

$$C = a/(1 + b * n)\text{^}2$$

$$Pf = Sobs/(\frac{a}{b})$$

$$nq = 1/[b * (1 - q)]$$

En donde:
C: comprobación de pendiente (Clench)
Pf: proporción de flora muestreada
nq: esfuerzo de muestreo
a, b: valores obtenidos utilizando la ecuación de Clench.
Sobs: Número de especies registradas en el estrato a analizar
q: Porcentaje de fiabilidad deseado (95%)
n: número de sitios de muestreo

Riqueza de especies (S) y composición taxonómica

La **Riqueza de especies (S)** es el número total de especies registradas en una comunidad particular. Se presentará una lista de la riqueza de especies (S) de plantas registradas en la RE, AI y el AP. En los listados florísticos se incluyó información sobre su **estado de conservación** considerando las categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, se identificó el tipo de **distribución** (nativa, exótica) de las especies, y se especificó si las especies son **endémicas** a México.

Estratos de vegetación

La vegetación muestreada en el AP, así como en el AI y RE se organizó con el criterio de tipo de forma de vida y/o crecimiento, en el que las plantas superiores a cuatro metros serán catalogadas

CONSULTA PÚBLICA

como estrato alto (arbóreo), plantas leñosas que superen los 50 cm hasta cuatro metros como estrato medio (arbustivo), y plantas no leñosas con alturas variables serán consideradas como estrato bajo (herbáceo). Para el caso específico del grupo de las cactáceas, se clasificará también dentro del estrato bajo, ya que por definición cumple con los criterios antes establecidos, y porque en la literatura es nula la información de una categorización por edades, alturas o cualquier otro parámetro.

Parámetros ecológicos

Con los datos obtenidos en las mediciones de los individuos de flora, se realizaron estimaciones del número de individuos por hectárea, cobertura aérea por especie, para los valores absolutos y relativos de **Abundancia** (A_i)(AR_i), **Dominancia relativa** (D_i)(DR_i) y **Frecuencia relativa** (F_i) (FR_i), utilizando las siguientes fórmulas:

La abundancia absoluta y relativa se obtuvo mediante la siguiente fórmula.

$$\mathrm{A}_i = \frac{N_i}{E(ha)} \quad AR_i = \frac{Ai}{\sum_{i=l\ldots n} Ai} * 100$$

Donde *Ai* es la abundancia absoluta, AR_i es la abundancia relativa de la especie *i* respecto a la abundancia total, N_i es el número de individuos de la especie *i,* y *E* la superficie de muestreo (ha).

La dominancia absoluta y relativa se obtuvo mediante la siguiente ecuación.

$$\mathrm{D}_i = \frac{Ab_i}{E(ha)} \quad DR_i = \frac{Di}{\sum_{i=l\ldots n} Di} * 100$$

Donde dónde *Di* es la cobertura absoluta, *DRi* es cobertura relativa de la especie *i* respecto a la cobertura, *Ab* el área de copa de la especie *i* y *E* la superficie (ha).

La frecuencia absoluta y relativa se obtuvo mediante la siguiente fórmula.

$$\mathrm{F}_i = \frac{P_i}{NS} \qquad FR_i = \frac{Fi}{\sum_{i=l\ldots n} Fi} * 100$$

Donde *Fi* es la frecuencia absoluta, *FRi* es la frecuencia relativa de la especie *i* respecto a la suma de las frecuencias, *Pi* es el número de sitios en el que está presente la especie *i* y *NS* el número total de sitios de muestreo.

CONSULTA PÚBLICA

Diversidad florística

Se obtuvo el Índice de Shannon, uno de los más frecuentes para determinar la diversidad de plantas de un determinado hábitat. Para utilizar este índice, el muestreo debe ser aleatorio y todas las especies de una comunidad vegetal deben estar presentes en la muestra.

Índice de Shannon. El índice de Shannon se basa en la teoría de la información y por tanto en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema. 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).

Este índice se representa normalmente como H" y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. Valores menores a 2, significan menor diversidad; valores entre 2 y 3.9 se interpretan como diversidad media; y valores superiores a 4, significan alta diversidad (ver siguiente tabla).

Tabla III.7. Valores de Clasificación de la diversidad de Shannon.

Valores de Clasificación de Shannon										
Clasificación	Valores									
Baja	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9
Media	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9
	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9
Alta	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9
	5.0									

Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (algunas zonas desérticas). La mayor limitante de este índice es que no tiene en cuenta la distribución de las especies en el espacio (Moreno, 2001). El índice se calcula mediante la siguiente fórmula:

CONSULTA PÚBLICA

Índice de Shannon-Wiener

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} P_i \, (\mathrm{Ln} P_i)$$

Donde:
H' = Heterogeneidad.
S = Número de especies.
Pi = Abundancia relativa.
Ln = Logaritmo natural.

Equidad*:* La equitatividad (E) es qué tan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies. Esto es, refleja la distribución de individuos entre especies. Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad, contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies. Puede demostrarse que cuando pi = 1/S para toda pi, se alcanza la uniformidad máxima, siendo pi la proporción del número de individuos de la especie i con respecto al total (ni/Nt)), para lo cual generalmente el índice de equidad más apropiado es el índice de *Pielou*.

Para determinar el índice de *equidad de Pielou* es necesario conocer la diversidad de cada muestreo, una vez obtenido este valor es posible aplicar la fórmula de equidad Shannon como se puede ver a continuación.

Índice de Equidad

$$E = H / Ln(S)$$

Donde:
E = equidad
H = diversidad
Ln (S) = logaritmo natural del número total de especies existentes dentro la parcela.

El índice de equidad de Pielou posee valores que pueden variar de 0 a 1 siendo cercanos a 1 los que corresponden a situaciones cuando todas las especies comparten abundancias similares.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla III.8. Valores de clasificación del índice de Pielou.

Valores de Clasificación de Pielou	
Clasificación	**Valores**
Baja	0
	0.1
	0.2
	0.3
Media	0.4
	0.5
	0.6
Alta	0.7
	0.8
	0.9
	1

Índice de Valor de Importancia (IVI)

Es un parámetro que mide el valor de las especies, típicamente en base a tres parámetros principales: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área basal), densidad y frecuencia. El índice corresponde a la suma de estos tres parámetros, siendo este valor el que revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal y un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente. Para obtener el IVI es necesario transformar los datos de cobertura, densidad y frecuencia en valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro debe ser igual a 100. Por lo tanto, la suma total de los valores del Índice debe ser igual a 300. Muchas veces no se tiene información o no es posible medir los tres parámetros utilizados para calcular el Índice, por lo cual en estos casos se deben sumar los valores de dos parámetros, cualquiera que sea la combinación.

Similitud taxonómica

Para evaluar el cambio en la composición taxonómica de la flora registrada en la RE, AI y el AP, se realizó un análisis de similitud, a partir de los datos de presencia-ausencia de las especies de cada comunidad florística registrada en dichas áreas. Se calculó el coeficiente de similitud de Sorensen: $I_s = 2c/a+b$, donde a = número de especies presentes en el sitio A; b = número de especies presente en el sitio B; y, c = número de especies presentes en ambos sitios A y B. El intervalo de valores para este índice va de 0, cuando no hay especies compartidas entre ambas comunidades, hasta 1 cuando

CONSULTA PÚBLICA

las dos comunidades tienen la misma composición de especies. La similitud se expresó en porcentaje (0 a 100%).

Resultados del muestreo en campo

A partir de las dos campañas de muestreo, en los siguientes apartados se presentan los resultados obtenidos, considerando los estimadores ecológicos descritos en el apartado "Análisis de datos en campo".

Representatividad de los muestreos

De acuerdo con los sitios de muestreo y especies registradas en la RE, AI y AP, el esfuerzo de muestreo nos permitió identificar si la muestra es representativa, tal como se describió en la metodología. Para lo anterior, se presentan los resultados de ambas campañas de muestreo para la RE y AI, por otro lado, se integran los resultados del AP.

Región Ecológica (RE) y Área de Influencia (AI)

A partir de las 165 muestras del 2019 obtenidas en la RE y AI, se registró una riqueza específica para cada estrato, por tipo de vegetación, mismos que se pueden observar en la siguiente tabla, y donde se resalta que la **proporción de flora registrada fue cercano o superior al 80% o el valor la pendiente de Clech fue menor a 0.1,** tal como lo indica la literatura (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003), lo que demuestra que **los muestreos fueron fiables.**

CONSULTA PÚBLICA

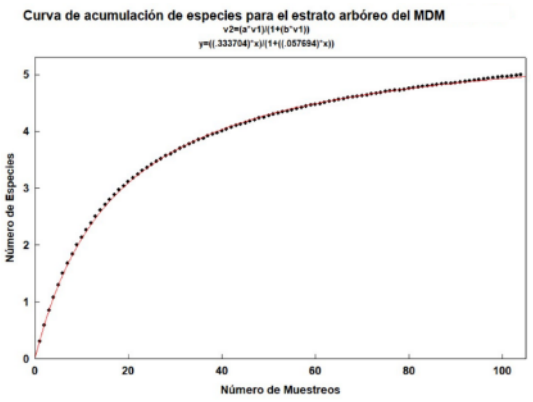
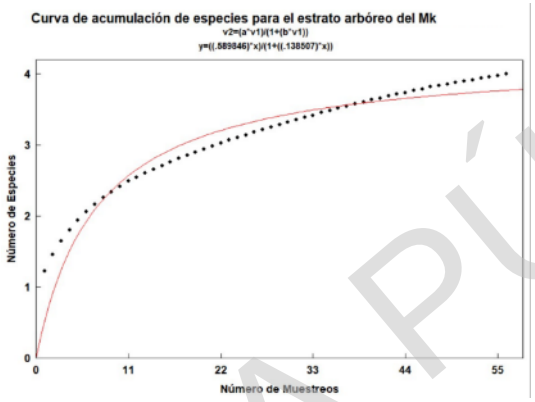
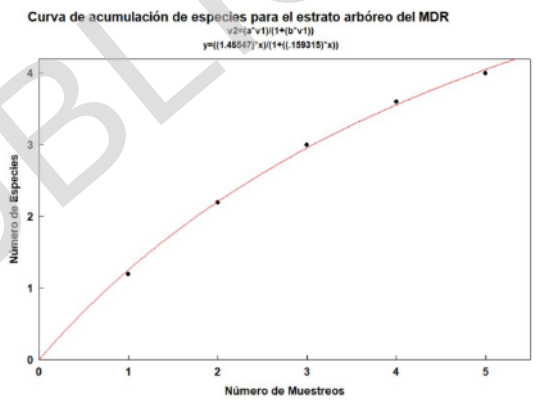
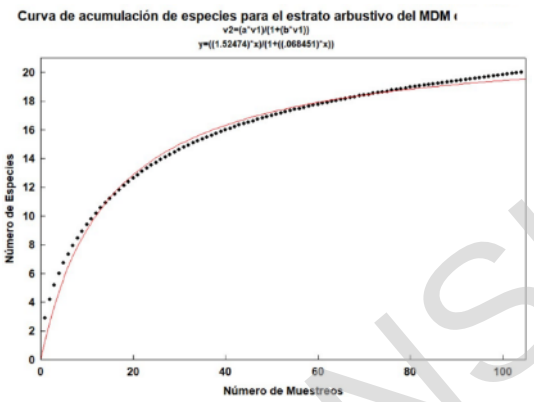
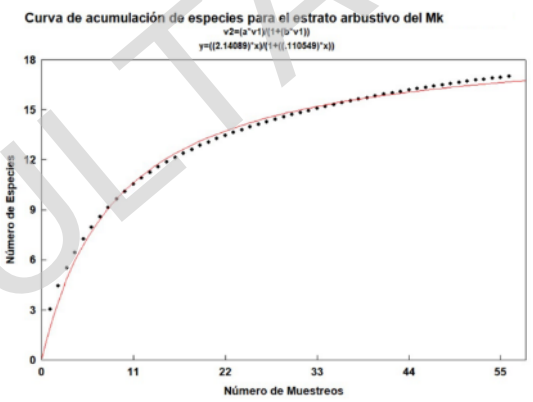
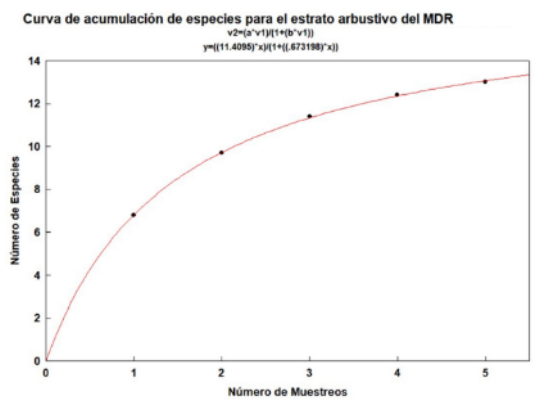
Tabla III.9. Riqueza de especies observada y proporción de flora registrada por estrato y tipos de vegetación en la RE y AI, muestreo 2019. Para mayor referencia, los cálculos se incluyen en el Anexo del presente Capítulo).

Tipo de vegetación (2019)	Estrato	Riqueza observada	RE-AI (%)	Pendiente de Clench
Matorral desértico rosetófilo (MDR)	Arbóreo	4	43.78	0.4509
	Arbustivo	13	76.70	0.5986
	Herbáceo	2	0.00	0.4000
	Cactáceas	5	37.60	0.6260
Vegetación secundaria de Mezquital Xerófilo (VS/MKX)	Arbóreo	4	93.93	0.0077
	Arbustivo	17	87.78	0.0414
	Herbáceo	5	80.23	0.0159
	Cactáceas	8	73.68	0.0379
Matorral desértico micrófilo (MDM)	Arbóreo	5	86.44	0.0068
	Arbustivo	20	89.79	0.0231
	Herbáceo	7	81.31	0.0140
	Cactáceas	9	74.97	0.0223

De los tres tipos de vegetación muestreados, se puede reconocer que el MDM y la VS/MKX se consideraron fiables, conforme a los resultados presentados en la tabla anterior. Aun cuando el MDR presentó valores por debajo de los reconocidos por la literatura para considerar un muestreo fiable, la información obtenida nos permite conocer la composición de este tipo de vegetación dentro de la RE y AI, además de que puede realizarse una comparación en composición de especies con el AP.

De forma general, en la siguiente figura se puede apreciar que las curvas de acumulación de especies tienden a alcanzar la asíntota en la RE y AI.

CONSULTA PÚBLICA

MDM	VS/MKX	MDR
		
		

CONSULTA PÚBLICA

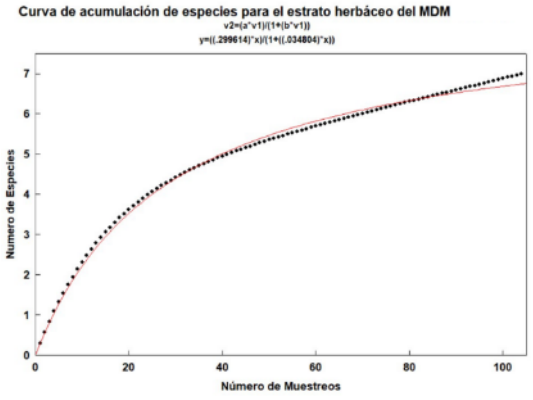
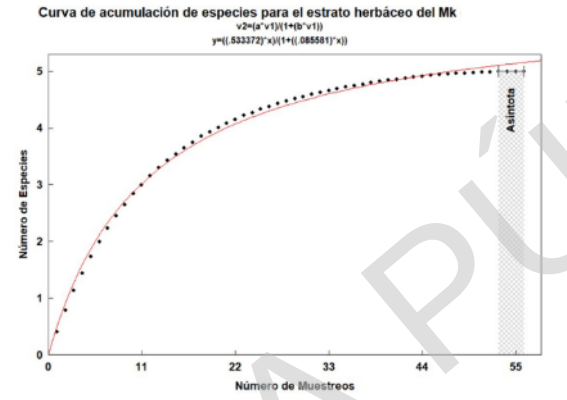
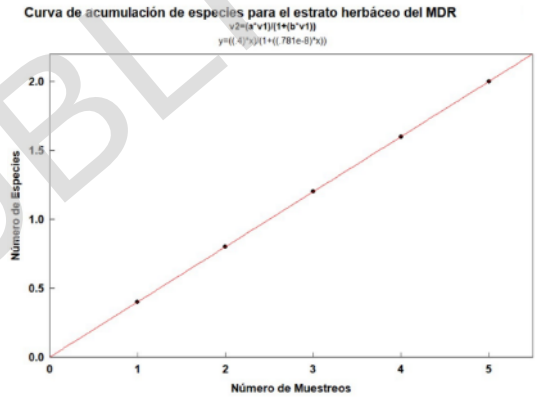
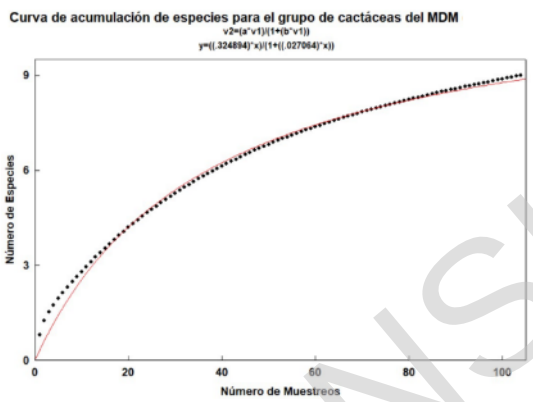
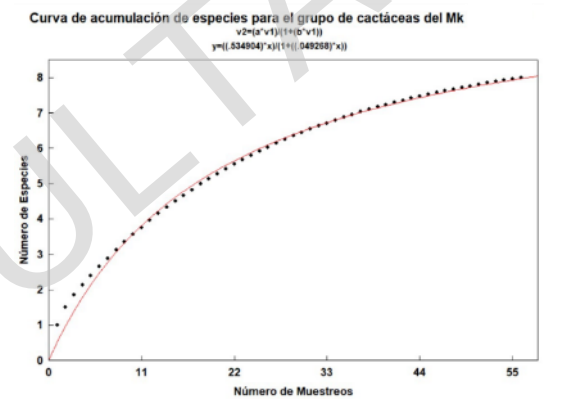
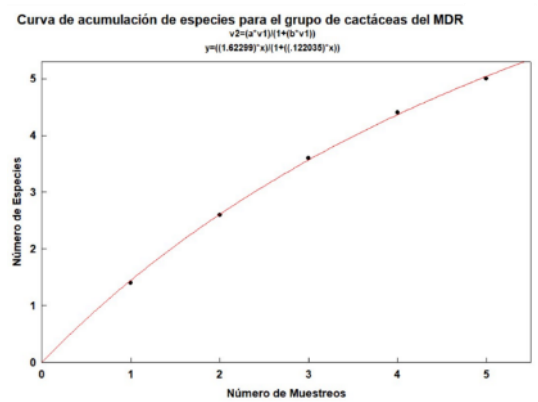
MDM	VS/MKX	MDR
		
		

Figura III.15. Curvas de acumulación de especies de flora para cada uno de los estratos por tipo de vegetación identificados en la RE-AI durante la campaña de muestreo del 2019. Fuente: Elaboración propia a partir del trabajo de campo (para mayor referencia, las curvas de acumulación se incluyen en el Anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

CONSULTA PÚBLICA

En tanto que en el muestreo del 2024 en la RE y AI, la riqueza específica para cada estrato, por tipo de vegetación mostró una **proporción de flora registrada cercana o superior al 80% o valores inferiores a 0.1 de la pendiente de Clench** (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003), como se puede apreciar en la siguiente tabla. De los resultados se puede concluir que los muestreos fueron fiables.

Tabla III.10. Riqueza de especies observada y proporción de flora registrada por estrato y tipos de vegetación en la RE y AI. Para mayor referencia, los cálculos se incluyen en el Anexo del Capítulo III, Apartado Biótico.

Tipo de vegetación	Estrato	Riqueza observada	RE-AI (%)	Pendiente de Clench
Matorral desértico rosetófilo (MDR)	Arbustivo	11	89.04	0.0993
	Herbáceo	5	72.49	0.1163
	Cactáceas	9	75.78	0.1707
Mezquital Xerófilo (MKX)	Arbustivo	8	57.41	0.2280
Matorral desértico micrófilo (MDM)	Arbóreo	2	92.32	0.009
	Arbustivo	16	89.8	0.0083
	Herbáceo	7	96.56	0.0008
	Cactáceas	7	88.98	0.0045

En esta campaña de muestreo, se identificó que la vegetación secundaria de mezquital xerófilo presentó valores inferiores al 80%, contrario a lo que indica la literatura; al igual que para los estratos herbáceo y cactáceas del MDR. Sin embargo, la información obtenida de dichos muestreos nos permite conocer la composición de especies, lo que permite realizar una comparación con el AP.

De forma general, en la siguiente figura se puede apreciar que las curvas de acumulación de especies tienden a alcanzar una asíntota en la RE y AI.

CONSULTA PÚBLICA

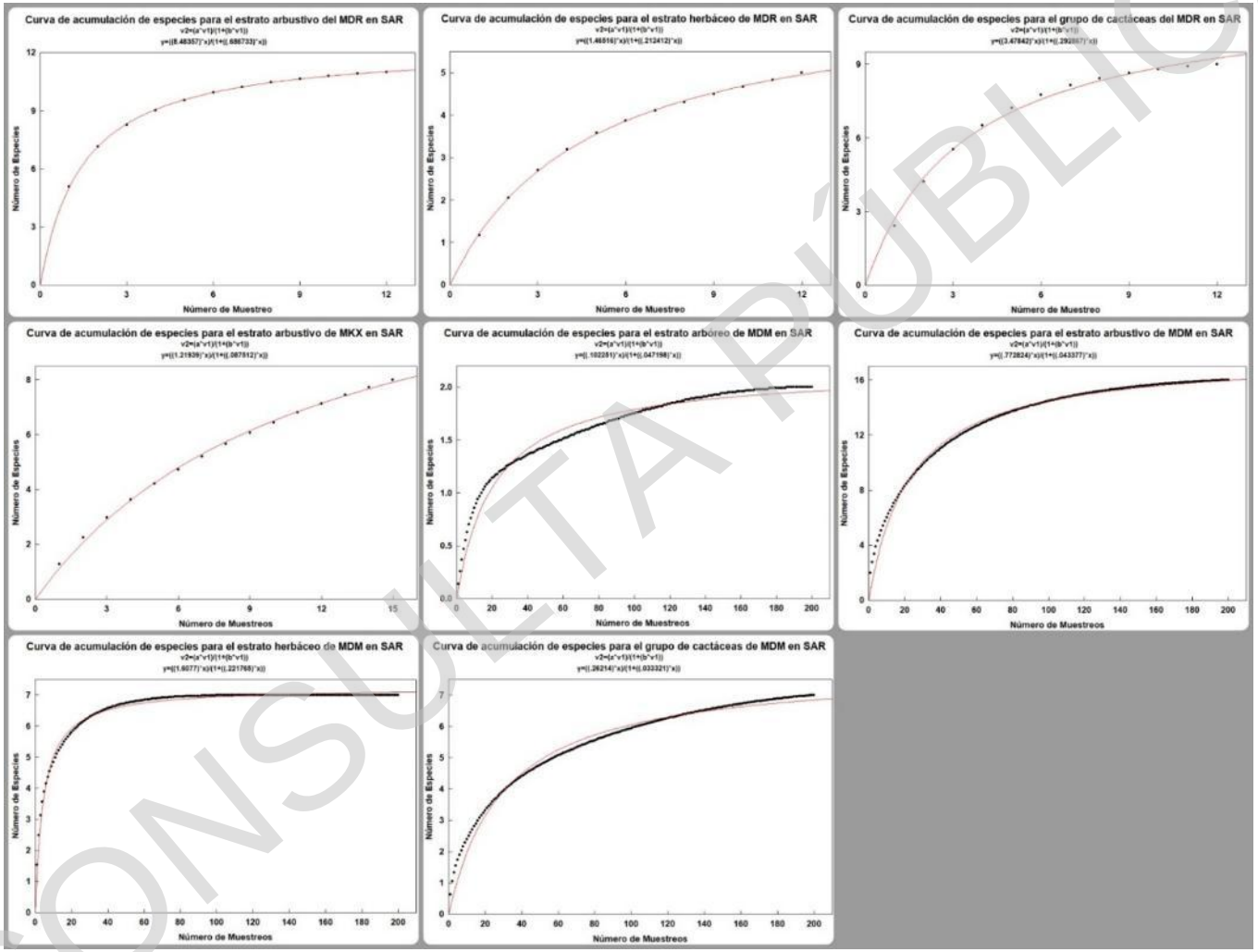
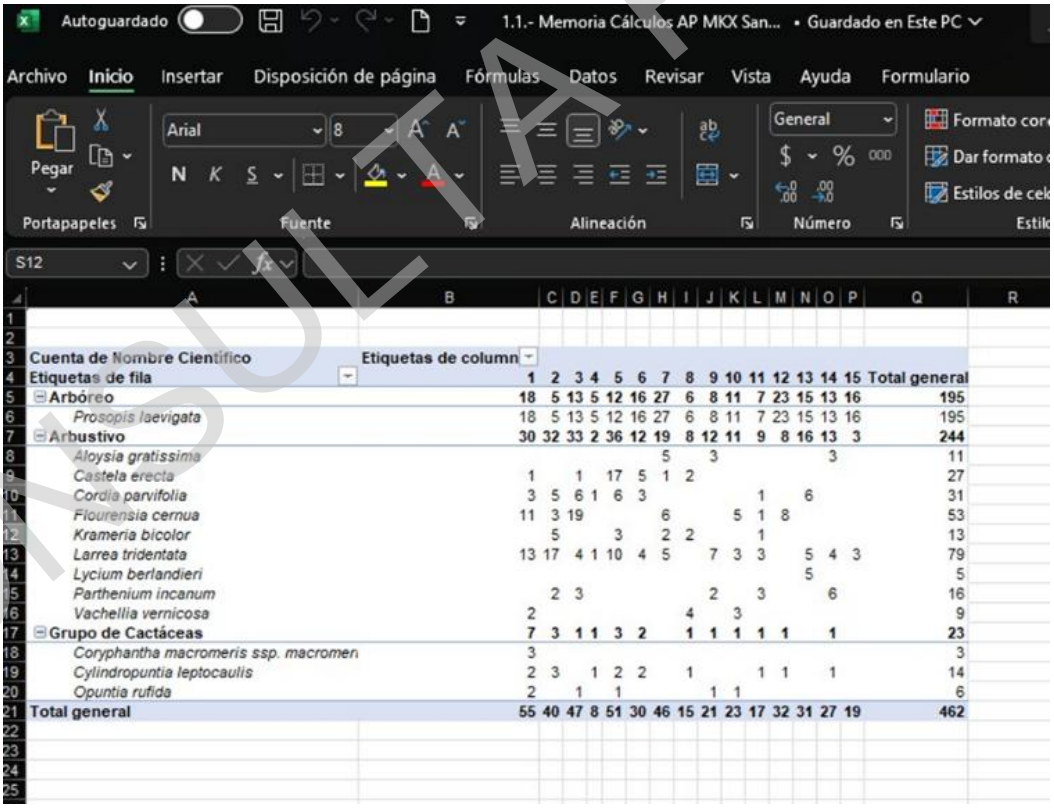


Figura III.16. Curvas de acumulación de especies de flora para cada uno de los estratos por tipo de vegetación identificados en la RE y AI. Para mayor referencia, las curvas de acumulación se incluyen en el Anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

CONSULTA PÚBLICA

Cabe resaltar que en la tabla anterior para la VS/MKX no se presentan resultados para el estrato arbóreo y herbáceo, aunque si se obtuvieron registros en campo, pero en el caso del estrato arbóreo se registró únicamente **una especie** de 15 sitios de muestreo**.** Este aspecto no permitió realizar la estimación de curva de acumulación de especies, toda vez que la literatura establece que una curva de acumulación de especies se construye cuando se adicionan nuevas especies conforme aumenta el esfuerzo de muestreo. A tenor de lo anterior, la curva de acumulación de especies no se puede construir si no se cuenta con especies que puedan ser añadidas al muestreo, y que representen dicho incremento en la curva, por esta razón no se presentan los resultados en la tabla anterior. Sin embargo, si se presentan los resultados para el análisis de diversidad.

Ahondando en lo anterior, el principio sobre el cual se encuentran fundamentadas las curvas de acumulación de especies es, presencia – ausencia; por lo que partiendo de esta premisa se genera una matriz de presencia – ausencia (ver siguiente figura), para cada estrato conformante del tipo de vegetación estudiado.



Cuenta de Nombre Científico	Etiquetas de column															
Etiquetas de fila	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total general
Arbóreo	18	5	13	5	12	16	27	6	8	11	7	23	15	13	16	195
Prosopis laevigata	18	5	13	5	12	16	27	6	8	11	7	23	15	13	16	195
Arbustivo	30	32	33	2	36	12	19	8	12	11	9	8	16	13	3	244
Aloysia gratissima							5		3					3		11
Castela erecta	1		1		17	5	1	2								27
Cordia parvifolia	3	5	6	1	6	3					1		6			31
Flourensia cernua	11	3	19				6			5	1	8				53
Krameria bicolor		5			3		2	2			1					13
Larrea tridentata	13	17		4	1	10	4	5		7	3	3		5	4	3	79
Lycium berlandieri														5			5
Parthenium incanum		2	3						2		3			6			16
Vachellia vernicosa	2							4		3							9
Grupo de Cactáceas	7	3	1	1	3	2		1	1	1	1	1		1			23
Coryphantha macromeris ssp. macromeri	3																3
Cylindropuntia leptocaulis	2	3		1	2	2		1				1	1		1		14
Opuntia rufida	2		1		1				1	1							6
Total general	55	40	47	8	51	30	46	15	21	23	17	32	31	27	19		462

Figura III.17. Representación de la matriz presencia-ausencia generada para la vegetación secundaria de MKX.

CONSULTA PÚBLICA

Posteriormente, la matriz generada es procesada mediante el software EstimateS 9.10, en donde se determina la desviación estándar a partir del procesamiento de presencia – ausencia (ver figura siguiente), por lo que no existen ausencias a lo largo del sistema de muestreo; esto propicia que después del procesamiento con EstimateS, el resultado de la S se vuelve 1, para cada uno de los análisis.

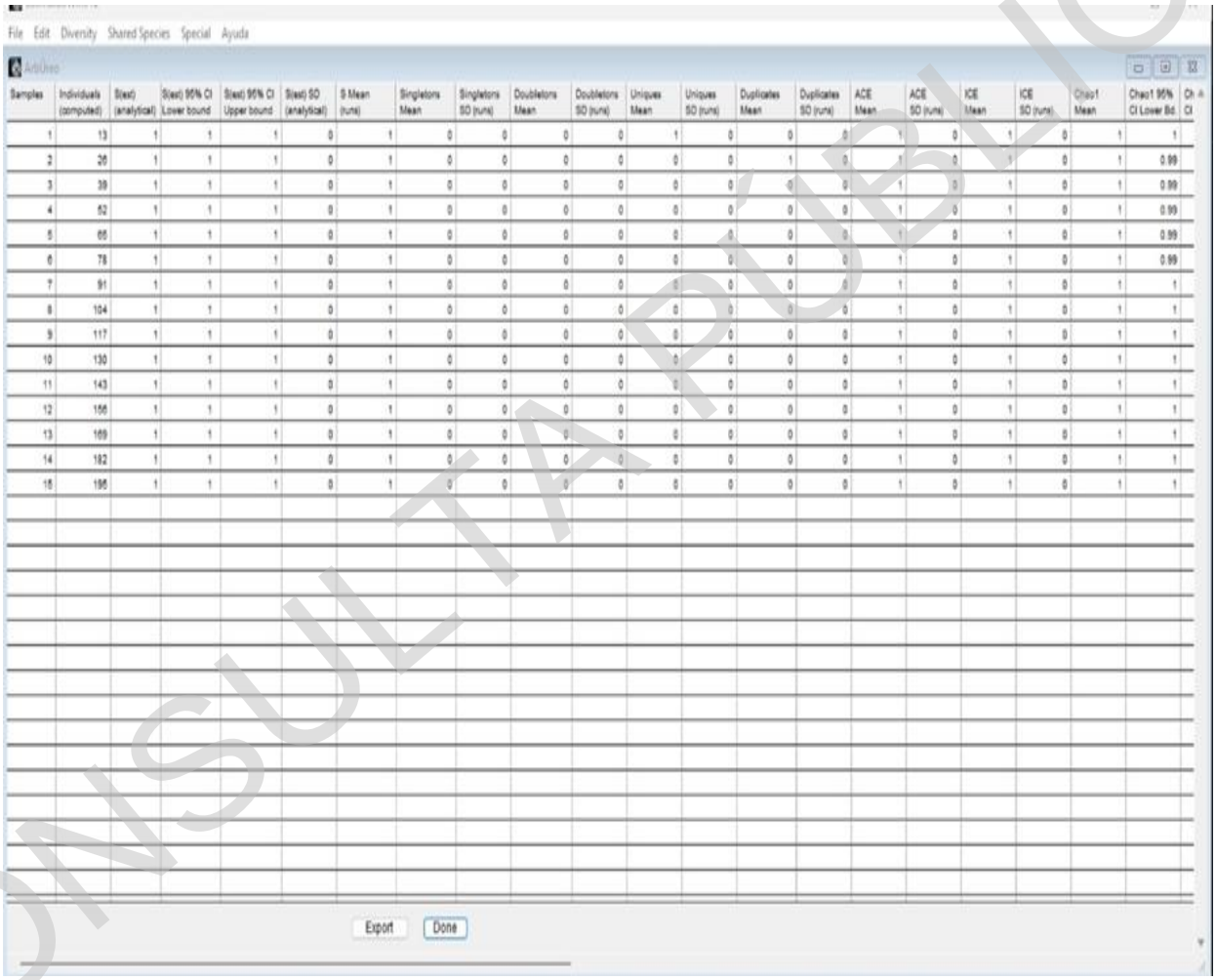


Figura III.18. Resultados obtenidos del procesamiento del estrato arbóreo de la VS/MKX en el programa EstimateS.

Los valores obtenidos mediante el procesamiento con EstimateS, al ser procesado con la ecuación propuesta por Jiménez-Valverde y Hortal (2003), no pueden graficarse en una curva, ya que en cada uno de los casos tiene un valor de 1 y, por tanto, la gráfica se transformaría en una línea recta

CONSULTA PÚBLICA

tendiendo a infinito en el eje x y en el eje y a 1, al no existir una variación. Esta particularidad ocurre en ambos casos (RE-AI y AP) y, por tanto, no es posible realizar este análisis ni tampoco su comprobación matemática posterior (ver siguientes figuras).

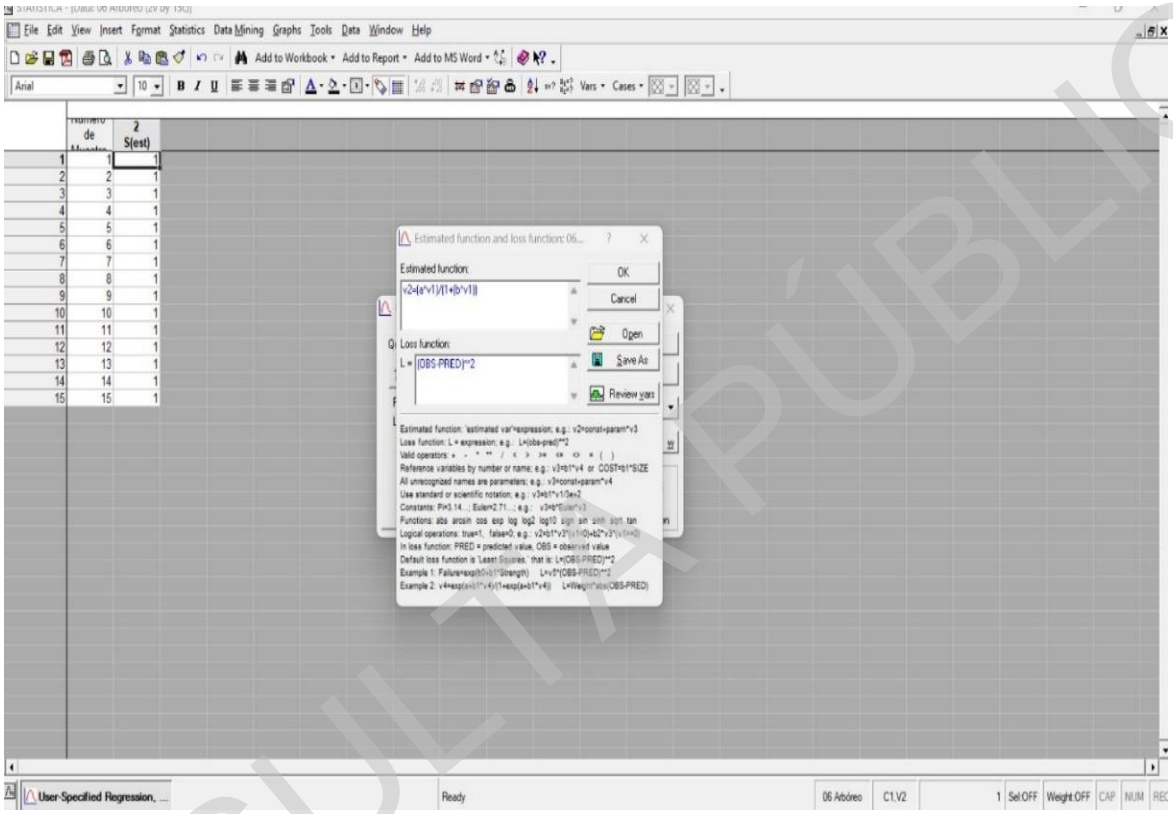


*Figura III.19. Ecuación determinada por la literatura [v2=(a*v1)/(1+(b*v1))], establecida por Jiménez-Valverde y Hortal (2003).*

CONSULTA PÚBLICA

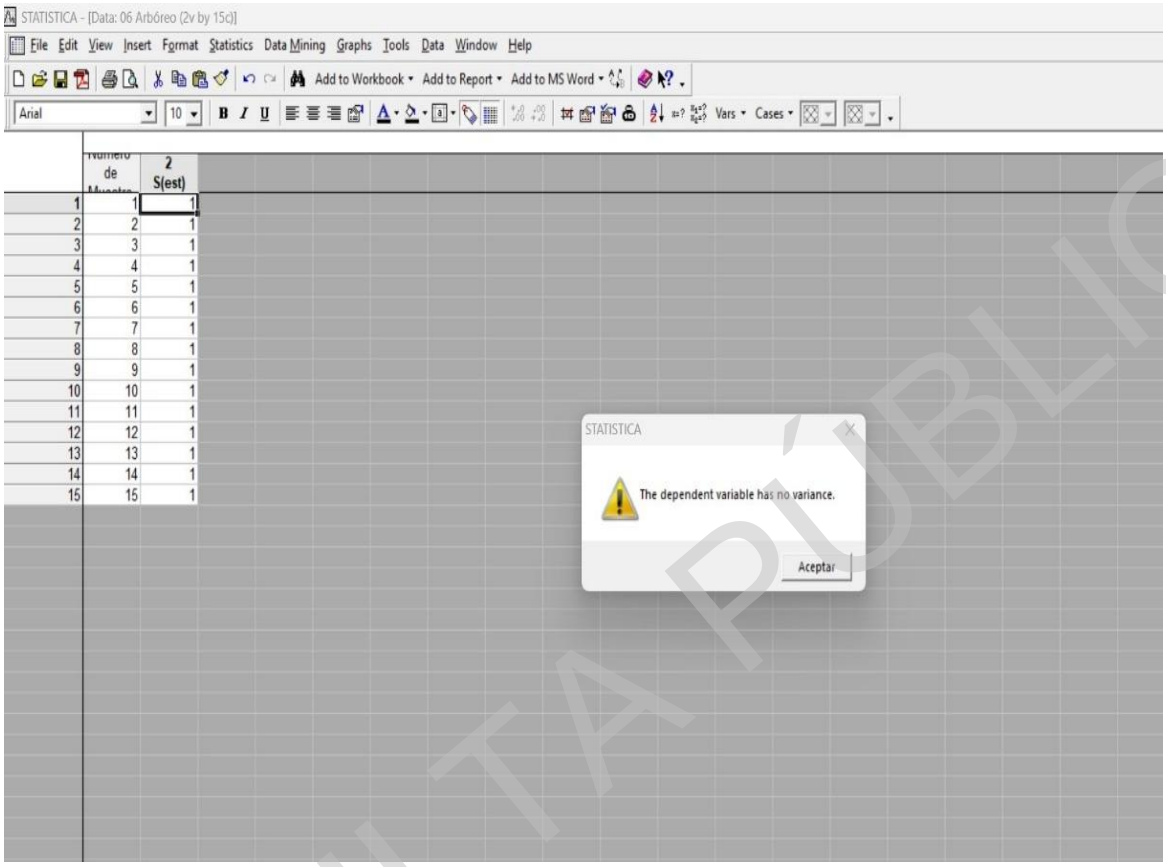


Figura III.20. Resultado obtenido al correr la ecuación de Jiménez-Valverde y Hortal (2003), para el caso particular del estrato arbóreo de la VS/MKX.

Debido a lo expuesto, se concluye que si bien, las curvas del estrato arbóreo no pueden ser generadas, la constancia de la especie en todos los muestreos permite inferir que la especie arbórea se encuentra ampliamente distribuida en el RE-AI y área del proyecto y, por tanto, bajo los motivos expuestos, se puede considerar fiable el muestreo, así como sus resultados de diversidad.

Ahora bien, para los pastos también se registró solo **una** especie en el RE-AI y área del proyecto de la vegetación secundaria de MKX, por lo que tampoco fue posible elaborar la curva de acumulación de especies, de acuerdo a la literatura, y teniendo en cuenta los argumentos antes presentados para el estrato arbóreo. Además, se debe tomar en cuenta que, debido a las características morfológicas de los pastos (p.e. tallos rastreros o espolones) estos se registran considerando el porcentaje de cobertura en una subparcela (1 m^2) dentro de la parcela (100 m^2). En este sentido, es complejo

CONSULTA PÚBLICA

encontrar diferentes individuos de una misma especie que pudieran estar presentes dentro de la subparcela, lo que tampoco proporciona elementos para la elaboración de una curva de acumulación de especies.

Área del Proyecto (AP)

En el área del proyecto, se analizaron los datos de los 165 sitios de muestreo del 2019, obteniendo que los sitios de muestreo para cada estrato, por tipo de vegetación son considerados fiables al estimarse una **proporción de flora cercana o superior al 80% o el valor la pendiente de Clech fue menor a 0.1,** tal como lo indica la literatura (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003), tal como puede observarse en la siguiente tabla**.**

Tabla III.11. Riqueza de especies observada y proporción de flora registrada por estrato y tipos de vegetación en la AP, del muestreo 2019. Para mayor referencia, los cálculos se incluyen en el Anexo del presente Capítulo).

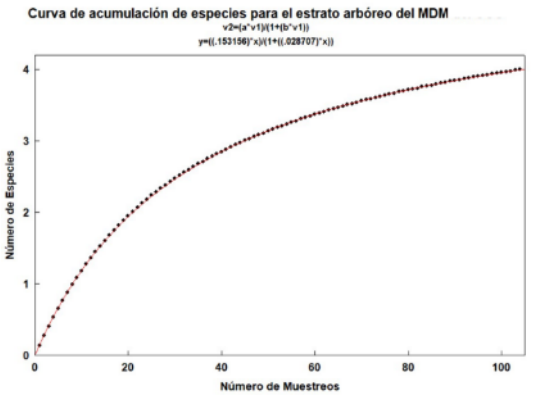
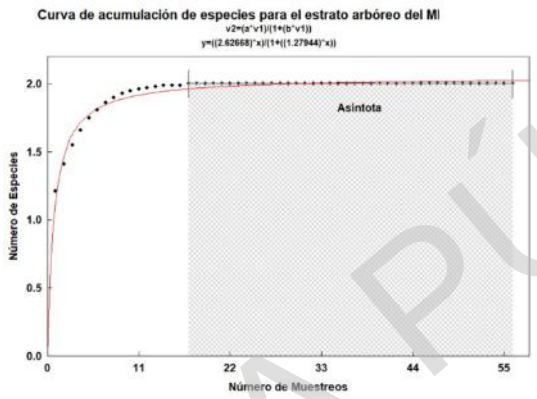
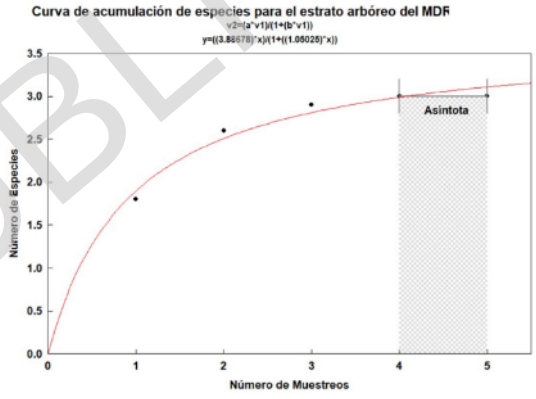
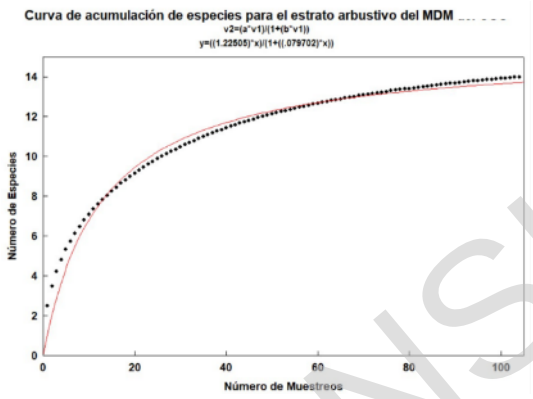
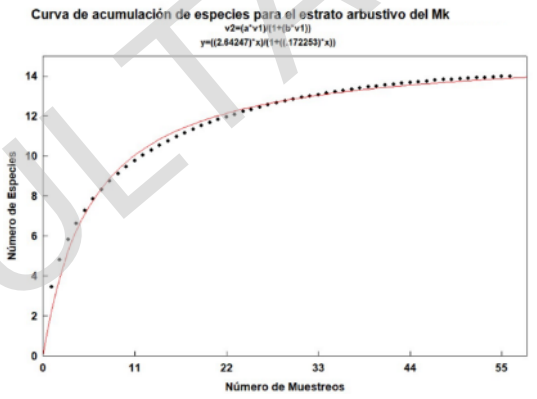
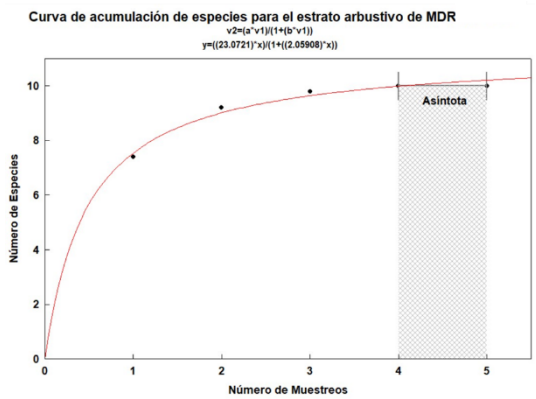
Tipo de vegetación (2019)	Estrato	Riqueza observada	RE-AI (%)	Pendiente de Clench
Matorral desértico rosetófilo (MDR)	Arbóreo	3	81.06	0.0995
	Arbustivo	10	89.25	0.1808
	Herbáceo	1	91.49	0.0123
	Cactáceas	6	84.81	0.1474
Vegetación secundaria de Mezquital Xerófilo (VS/MKX)	Arbóreo	2	97.42	0.0005
	Arbustivo	14	91.26	0.0233
	Herbáceo	6	91.80	0.0130
	Cactáceas	6	79.47	0.0228
Matorral desértico micrófilo (MDM)	Arbóreo	4	74.97	0.0096
	Arbustivo	14	91.08	0.0142
	Herbáceo	4	96.39	0.0027
	Cactáceas	7	84.35	0.0127

De acuerdo con los valores antes presentados, se reitera que el muestreo en el área del proyecto es considerado fiable y, por tanto, es posible realizar una caracterización apropiada e identificar condición que presenta la vegetación en dicha área, para fines del presente proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

De forma general, en la siguiente figura se puede apreciar que las curvas de acumulación de especies tienden a alcanzar la asíntota en el AP.

CONSULTA PÚBLICA

MDM	VS/MKX	MDR
		
		

CONSULTA PÚBLICA

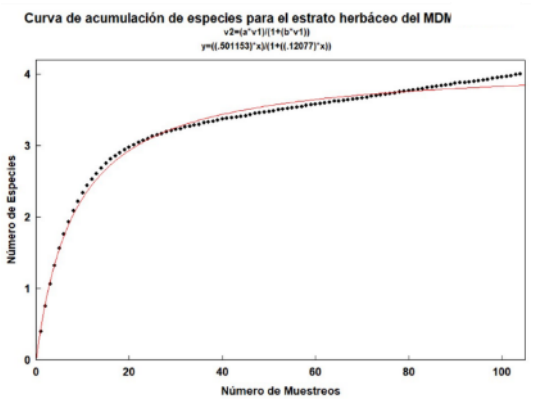
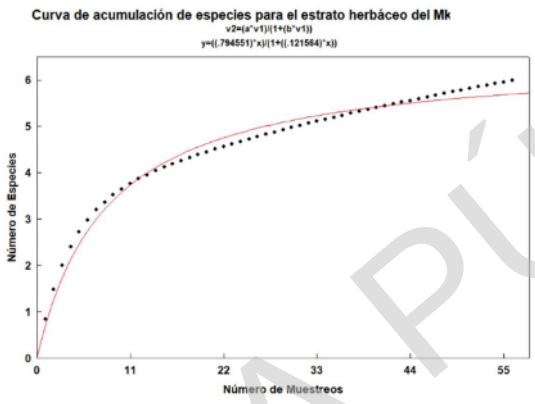
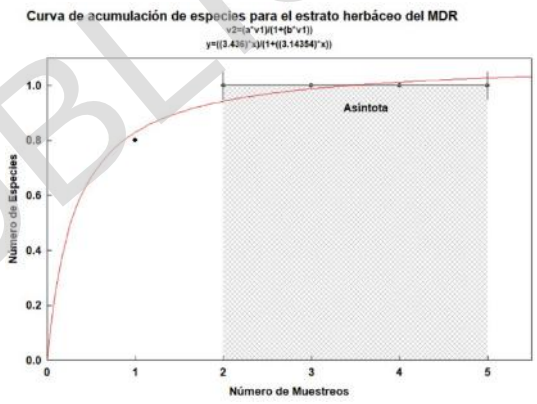
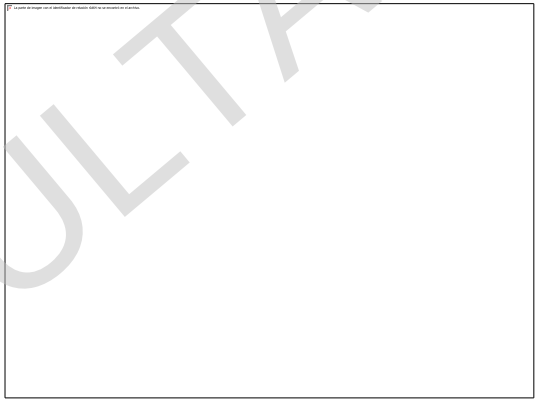
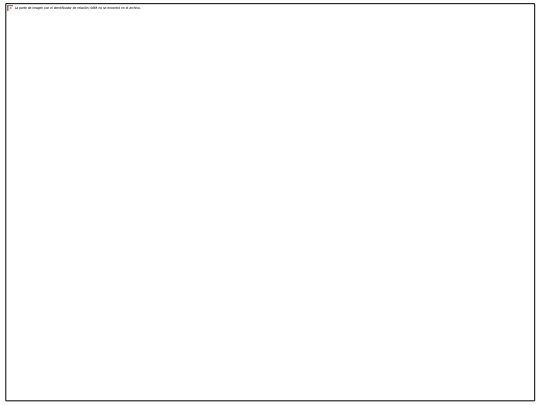
MDM	VS/MKX	MDR
		
		

Figura III.21. Curvas de acumulación de especies de flora para cada uno de los estratos por tipo de vegetación identificados en la RE-AI durante la campaña de muestreo del 2019. Fuente: Elaboración propia a partir del trabajo de campo (para mayor referencia, las curvas de acumulación se incluyen en el Anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

CONSULTA PÚBLICA

El análisis de las 227 muestras obtenidas durante 2024 en el AP permitió registrar una riqueza específica para cada estrato según el tipo de vegetación (ver siguiente tabla). En términos generales, la **proporción de flora registrada** en los distintos estratos por tipos de vegetación en el AP **superó el 80% o presentó valores inferiores al 0.1 en la pendiente de Clench**, lo que respalda la fiabilidad y representatividad de los muestreos en el AP.

Tabla III.12. Riqueza de especies observada y proporción de flora registrada por estrato y tipo de vegetación en el área del proyecto. Para mayor referencia, los cálculos se incluyen en el Anexo del Apartado biótico).

Tipo de vegetación	Estrato	Riqueza observada	AP (%)	Pendiente (Clench)
Matorral desértico rosetófilo (MDR)	Arbustivo	12	88.76	0.0947
	Herbáceo	5	87.3	0.0398
	Cactáceas	5	84.69	0.0736
Mezquital Xerófilo (MKX)	Arbustivo	9	88.02	0.0670
	Cactáceas	3	88.98	0.0271
Matorral desértico micrófilo (MDM)	Arbóreo	2	100	0.0010
	Arbustivo	22	92.48	0.0126
	Herbáceo	7	96.2	0.0008
	Cactáceas	10	86.43	0.0063

A partir de estos resultados, se resalta que el muestreo en 2024 permite caracterizar de forma fehaciente el área del proyecto, y con ello reconocer el estado de conservación del ecosistema.

De forma general, en la siguiente figura se puede apreciar que las curvas de acumulación de especies tienden a alcanzar una asíntota en el AP.

CONSULTA PÚBLICA

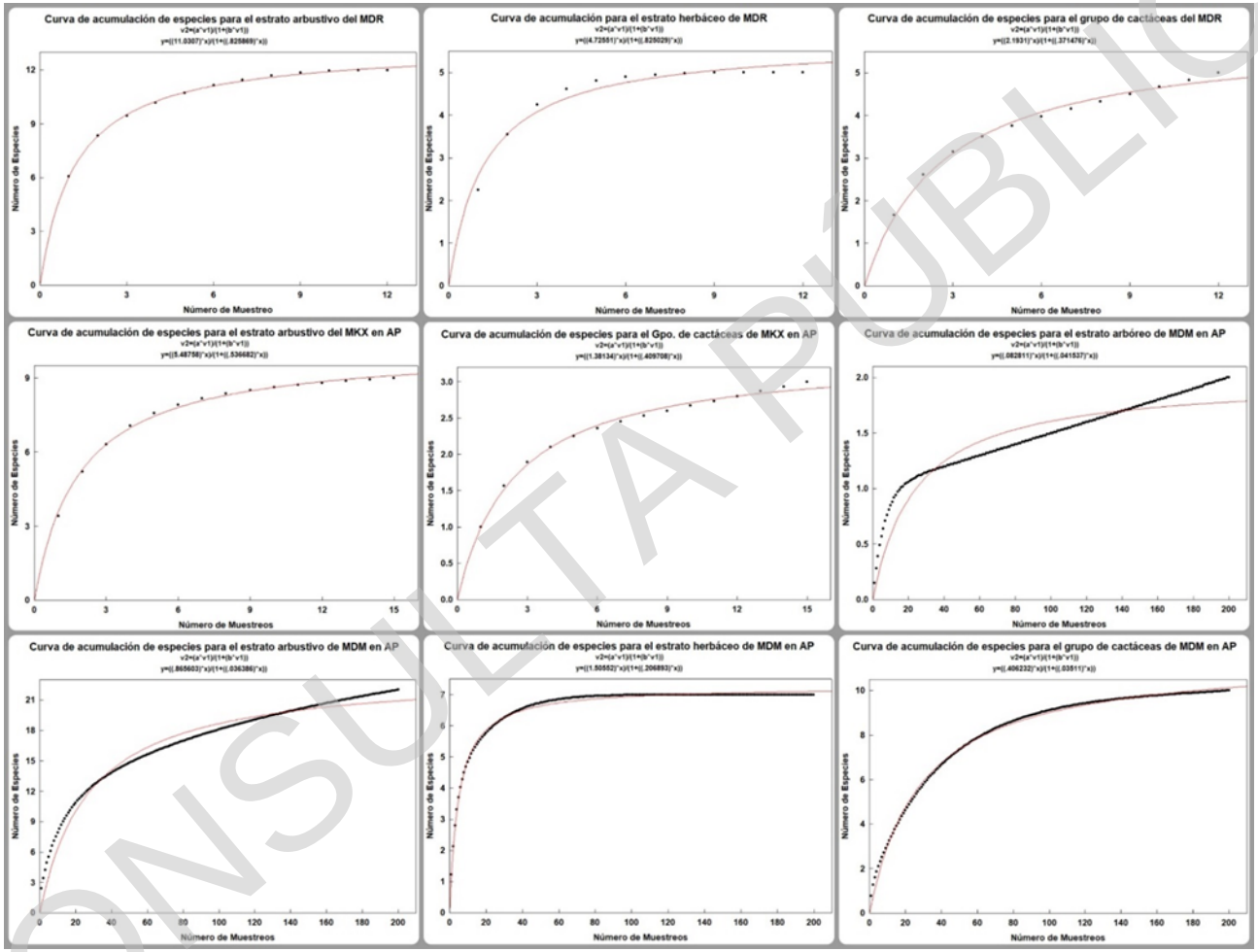


Figura III.22. Curvas de acumulación de especies de flora para cada uno de los estratos por tipos de vegetación identificados en el AP durante el 2024. Para mayor referencia, las curvas de acumulación se incluyen en el Anexo del Capítulo III, Apartado Biótico.

CONSULTA PÚBLICA

Tal como se indicó en la campaña de muestreo del 2024 para el RE-AI, en la VS/MKX del área del proyecto no pueden ser generadas las curvas del estrato arbóreo y pastos (ver argumentos en la RE-AI).

Ahora bien, para los pastos también se registró solo **una** especie en el RE-AI y área del proyecto de la vegetación secundaria de MKX, por lo que tampoco fue posible elaborar la curva de acumulación de especies, de acuerdo a la literatura, y teniendo en cuenta los argumentos antes presentados para el estrato arbóreo. Además, se debe tomar en cuenta que, debido a las características morfológicas de los pastos (p.e. tallos rastreros o espolones) estos se registran considerando el porcentaje de cobertura en una subparcela (1 m^2) dentro de la parcela (100 m^2). En este sentido, es complejo encontrar diferentes individuos de una misma especie que pudieran estar presentes dentro de la subparcela, lo que tampoco proporciona elementos para la elaboración de una curva de acumulación de especies.

Discusión de la representatividad de los muestreos

De acuerdo con lo registrado en la literatura, estimar una cantidad de sitios de muestreo depende de 1) la relación directa entre la diversidad de especies y el número necesario de sitios de muestreo requeridos; entre mayor sea la diversidad biológica existente mayor será el esfuerzo de muestreo requerido, y 2) el factor atenuante de la logística, en donde se requiere una cantidad de muestreos determinada por un tiempo límite de trabajo en campo. Sin embargo, la cantidad de sitios de muestreo necesarios pueden ser cuantificados al utilizar los resultados de los esfuerzos de muestreo, así como los de las pendientes (Clench). Por lo tanto, si los valores calculados para el esfuerzo de muestreo se encuentran cercanos o superiores al 80%, o los valores de Clench son menores a 0.1, se considera que los muestreos son fiables (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Por lo anterior, **se concluye que los muestreos, en el AP son en su totalidad fiables independientemente de la temporada de muestreo**, aunque en la proporción de flora registrada en algunos estratos por tipo de vegetación de la RE-AI no se cumplió con lo que indica la literatura, los datos son útiles para los fines comparativos toda vez que permite realizar un comparativo entre composición y dan un panorama de las condiciones que se encuentran en los sitios muestreados.

Para el caso de los pastos, el sistema de muestreo establecido indica que la subparcela (1 m^2) es referenciada bajo el precepto de la medición de la cobertura total expresado en porcentajes. Debido a esto, es complejo determinar la cantidad de individuos diferentes que existen en una sola subparcela, además de esto, al ser una sub muestra, existe una mayor cantidad de variables, ya que, al trabajarse

CONSULTA PÚBLICA

con una escala más fina, resulta más complejo encontrar cualquier especie, esto, aunado al criterio de aleatoriedad hace que sea poco fiable determinar curvas de acumulación en las subparcelas de 1 m^2, ya que la ausencia de especies se verá más marcada y por tanto, resulta contraproducente a la hora de determinar el esfuerzo máximo de muestreo en un proyecto, ya que al existir pocas repeticiones de las especies contenidas se incrementará de manera desmedida la cantidad de sitios requeridos. Cabe recalcar que el muestreo está enfocado principalmente en las especies contenidas en el muestreo de 100 m^2 y, por tanto, es donde se hacen las anotaciones estadísticas más exhaustivas.

Riqueza de especies (S) y composición taxonómica

Región Ecológica (RE) y Área de Influencia (AI)

En la RE-AI, conforme al muestreo durante el 2019, se identificó un total de 49 especies, distribuidos en los estratos: pastos (2 especies), cactáceas (22 especies), herbáceas (9 especies), arbustivo (22 especies) y arbóreo (2 especies). A continuación, se presenta el listado completo de las especies en la RE-AI conforme al muestreo del 2019.

Tabla III.13. Especies de flora registradas en la RE-AI durante 2019.

Nombre Común	Nombre Científico	Tipo de Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010 Anexo Normativo III 2019	Estrato
Amapola	*Abutilon malacum*	Nativa	No Listada	Herbáceo
Clavelito	*Acourtia nanaa*	Nativa	No Listada	Herbáceo
Maguey	*Agave asperrima*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Lechuguilla	*Agave lechuguilla*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Gratisima	*Aloysia gratissima*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Pino	*Asta schaffneri*	Nativa	No Listada	Herbáceo
Cenizo	*Atriplex canescens*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Navajita	*Bouteloua gracilis*	Nativa	No Listada	Pasto
Azafrán	*Buddleja marrubiifolia*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Hierba del cenizo	*Buddleja scordioides*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Pasto Buffel	*Cenchrus ciliaris*	Exótica-invasora	No Listada	Pasto
Mimbre	*Chilopsis linearis*	Nativa	No Listada	Arbóreo
Chaparro prieto	*Cordia parvifolia*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Perrito	*Corynopuntia bulbispina*	Endémica	No Listada	Cactáceas
Long mamma cory cactus	*Coryphantha macromeris*	Nativa	No Listada	Cactáceas

CONSULTA PÚBLICA

Nombre Común	Nombre Científico	Tipo de Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010 Anexo Normativo III 2019	Estrato
Cardenche	*Cylindropuntia imbricata*	Nativa	No Listada	Cactáceas
Tasajillo	*Cylindropuntia leptocaulis*	Nativa	No Listada	Cactáceas
Candelilla	*Euphorbia antisyphilitica*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Biznaga barril costillona	*Ferocactus hamatacanthus*	Nativa	No Listada	Cactáceas
Hoja sen	*Flourensia cernua*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Ocotillo	*Fouquieria splendens*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Tatalencho	*Gymnosperma glutinosum*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Sangre de drago	*Jatropha dioica*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Corona de cristo	*Koeberlinia spinosa*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Mezquitillo	*Krameria erecta*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Rastrojera	*Laennecia coulteri*	Nativa	No Listada	Herbáceo
Hierba mariposa	*Lantana achyranthifolia*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Gobernadora	*Larrea tridentata*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Saladillo	*Lycium berlandieri*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Biznaga china	*Mammillaria heyderi*	Nativa	No Listada	Cactáceas
Potro	*Mimosa turneri*	Nativa	No Listada	Arbóreo
Biznaga cónica	*Neolloydia conoidea*	Nativa	No Listada	Cactáceas
Nopal	*Opuntia engelmannii*	Nativa	No Listada	Cactáceas
Nopal de Chihuahua	*Opuntia phaeacantha*	Nativa	No Listada	Cactáceas
Nopal cegador	*Opuntia rufida*	Nativa	No Listada	Cactáceas
Nube cimarrón	*Parthenium bipinnatifidum*	Nativa	No Listada	Herbáceo
Mariola	*Parthenium incanum*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Huevos de venado	*Peniocereus greggii*	Nativa	Sujeta a Protección Especial	Cactáceas
Mezquite	*Prosopis laevigata*	Nativa	No Listada	Arbóreo
Mojorana	*Salvia ballotiflora*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Hojagemela	*Senna bauhinioides*	Nativa	No Listada	Herbáceo
Revienta caballo	*Solanum elaeagnifolium*	Nativa	No Listada	Herbáceo
Hierba del negro	*Sphaeralcea angustifolia*	Nativa	No Listada	Herbáceo
Hieraa del cenizo	*Tiquila greggii*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Huizache	*Vachellia vernicosa*	Nativa	No Listada	Arbóreo
Chamiso	*Viguiera dentata*	Nativa	No Listada	Herbáceo
Romerillo	*Viguiera stenoloba*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Palma	*Yucca rigida*	Nativa	No Listada	Arbóreo
Garraátilla	*Ziziphus obtusifolia*	Nativa	No Listada	Arbustivo

CONSULTA PÚBLICA

Por tipo de vegetación se tienen 42 especies se registraron en el Matorral desértico micrófilo (MDM), 36 especies en la vegetación secundaria Mezquital xerófilo (VS/MKX) y finalmente, 25 especies en el Matorral desértico rosetófilo (MDR), como se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla III.14. Riqueza de especies por tipo de vegetación en la RE-AI durante 2019. Matorral desértico rosetófilo (MDR), vegetación secundaria Mezquital xerófilo (VS/MKX), Matorral desértico micrófilo (MDM) (para mayor referencia, sobre las especies registradas en cada tipo de vegetación, se incluye en el Anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

Nombre Común	Nombre Científico	MDM	VS/MKX	MDR
Amapola	*Abutilon malacum*	0	0	1
Clavelito	*Acourtia nana*	0	1	0
Maguey	*Agave asperrima*	1	1	1
Lechuguilla	*Agave lechuguilla*	1	1	1
Gratisima	*Aloysia gratissima*	1	1	0
Pino	*Asta schaffeneri*	1	1	0
Cenizo	*Atriplex canescens*	1	1	1
Navajita	*Bouteloua gracilis*	1	1	1
Azafrán	*Buddleja marrubiifolia*	1	0	1
Hierba del perro	*Buddleja scordioides*	1	1	0
Pasto Buffel	*Cenchrus ciliaris*	0	1	0
Mimbre	*Chilopsis linearis*	1	0	0
Chaparro prieto	*Cordia parvifolia*	1	1	1
Perrito	*Corynopuntia bulbispina*	1	1	0
Long mamma cory cactus	*Coryphantha macromeris*	1	1	0
Cardenche	*Cylindropuntia imbricata*	1	1	1
Tasajillo	*Cylindropuntia leptocaulis*	1	1	1
Candelilla	*Euphorbia antisyphilitica*	1	1	1
Biznaga barril costillona	*Ferocactus hamatacanthus*	1	1	1
Hoja sen	*Flourensia cernua*	1	1	0
Ocotillo	*Fouquieria splendens*	1	1	1
Tatalencho	*Gymnosperma glutinosum*	1	1	1
Sangre de drago	*Jatropha dioica*	1	1	1
Corona de cristo	*Koeberlinia spinosa*	1	1	0
Chacate	*Krameria bicolor*	1	0	0
Mezquitillo	*Krameria erecta*	0	0	1
Rastrojera	*Laennecia coulteri*	1	1	0

CONSULTA PÚBLICA

Nombre Común	Nombre Científico	MDM	VS/MKX	MDR
Hierba mariposa	*Lantana achyranthiofolia*	1	1	0
Gobernadora	*Larrea tridentata*	1	1	1
Saladillo	*Lycium berlandieri*	1	1	0
Biznaga china	*Mammillaria heyderi*	1	1	0
Potro	*Mimosa turneri*	1	1	1
Biznaga cónica	*Neolloydia conoidea*	0	0	1
Nopal	*Opuntia engelmannii*	0	0	1
Nopal de Chihuahua	*Opuntia phaeacantha*	1	1	0
Nopal cegador	*Opuntia rufida*	1	1	0
Nube cimarrón	*Pathenium bipinnatifidum*	1	0	0
Mariola	*Parthenium incanum*	1	1	0
Huevos de venado	*Peniocereus greggii*	1	0	0
Mezquite	*Prosopis laevigata*	1	1	1
Mejorana	*Salvia ballotiflora*	1	0	0
Hoajgemela	*Senna bauhinioides*	1	0	0
Revienta caballo	*Solanum elaeagnifolium*	1	0	0
Hierba del negro	*Sphaeralcea angustifolia*	1	1	0
Hierba de cenizo	*Tiquilia gregii*	1	0	1
Huizache	*Vachellia vernicosa*	1	1	1
Chamiso	*Viguiera dentata*	1	1	1
romerillo	*Viguiera stenoloba*	0	0	1
Palma	*Yucca rigida*	1	1	1
Garrapatilla	*Ziziphus obtusifolia*	0	1	0
Riqueza de especies por tipo de vegetación		**42**	**36**	**25**

De la tabla anterior se resalta que el MDM presenta una mayor riqueza específico, respecto a los otros dos tipos de vegetación, aunque hay especies que se comparten entre vegetación podría reflejar perturbación al tener presencia de especies

Del total de especies registradas en la RE-AI, conforme al muestreo del 2019, se tiene a *Peniocereus greggii* como sujeta a protección especial (Pr) en la NOM-059-SEMARNAT-2010, Además, también se identificaron dos especies endémicas y una especie exótica dentro de la RE y AI.

CONSULTA PÚBLICA

Los sitios donde fue registrada la especie en la NOM-059-SEMARNAT-2010 se pueden observar en la siguiente figura.

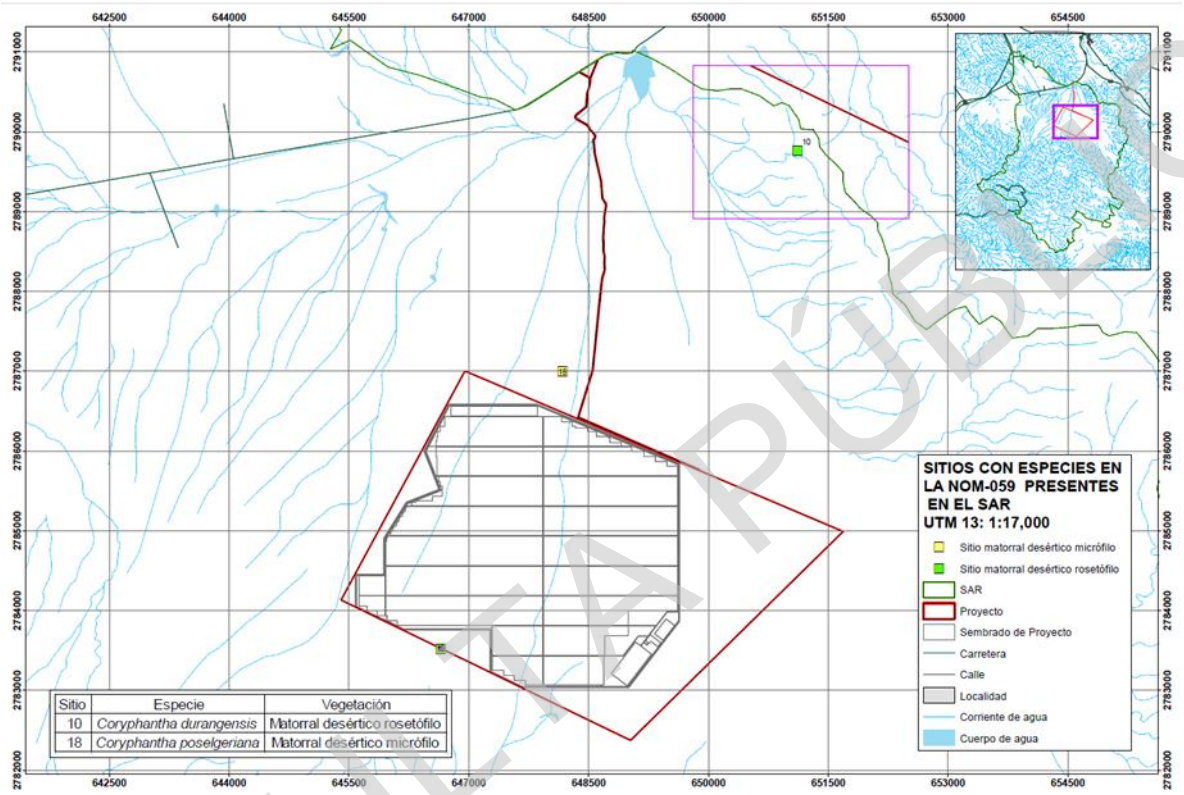


Figura III.23. Parcelas de muestreo de flora del muestreo 2019, situadas en la RE-AI donde se registraron especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III. Para mayor referencia, la figura se incluye en el Anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

En tanto que, para el muestreo del 2024, se registraron un total de 43 especies en la RE-AI, teniendo los siguientes estratos: pastos (1), cactáceas (12), herbáceas (7 especies), arbustivo (21 especies) y arbóreo (2 especies). A continuación, se presenta el listado completo de las especies en la RE-AI conforme al muestreo del 2024.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla III.15. Especies de flora registradas en la RE-AI durante el muestreo del 2024.

Nombre Común	Nombre Científico	Tipo de Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010 Anexo Normativo III 2019	Estrato
Candelilla	*Euphorbia antisyphilitica*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Chaparro amargoso	*Castela erecta*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Chaparro prieto	*Cordia parvifolia*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Corona de cristo	*Koeberlinia spinosa*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Gobernadora	*Larrea tridentata*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Lechuguilla	*Agave lechuguilla*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Maguey	*Agave asperrima*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Ocotillo	*Fouquieria splendens*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Palo prieto	*Senegalia roemeriana*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Sangre de drago	*Jatropha dioica*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Tatalencho	*Gymnosperma glutinosum*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Alicoche occidentalis	*Echinocereus stramineus*	Endémica	No Listada	Cactácea
Biznaga barril costillona	*Ferocactus hamatacanthus*	Nativa	No Listada	Cactácea
Biznaga china	*Mammillaria heyderi*	Nativa	No Listada	Cactácea
Biznaga partida de Durango	*Coryphantha durangensis*	Endémica	Sujeta a protección Especial (Pr)	Cactácea
Cardenche	*Cylindropuntia imbricata*	Nativa	No Listada	Cactácea
Choya abrojo de Texas	*Corynopuntia schottii*	Endémica	No Listada	Cactácea
Nopal cegador	*Opuntia rufida*	Nativa	No Listada	Cactácea
Nopal Coyotillo	*Opuntia azurea*	Nativa	No Listada	Cactácea
Tasajillo	*Cylindropuntia leptocaulis*	Nativa	No Listada	Cactácea
Aceitilla amarilla	*Picradeniopsis absinthifolia*	Nativa	No Listada	Herbáceo
Bicolor Fanmustard	*Nerisyrenia camporum*	Nativa	No Listada	Herbáceo
Estafiate	*Ambrosia confertiflora*	Nativa	No Listada	Herbáceo
Hierba del negro	*Sphaeralcea angustifolia*	Nativa	No Listada	Herbáceo
Limoncillo	*Thymophylla pentachaeta*	Nativa	No Listada	Herbáceo
Hole-in-the-sand Plant	*Nicolletia edwardsii*	Nativa	No Listada	Herbáceo
Huizache	*Vachellia vernicosa*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Mariola	*Parthenium incanum*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Palma	*Yucca treculeana*	Endémica	No Listada	Arbóreo
Ojo de vibora	*Sericodes greggii*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Saladillo	*Lycium berlandieri*	Nativa	No Listada	Arbustivo

CONSULTA PÚBLICA

Nombre Común	Nombre Científico	Tipo de Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010 Anexo Normativo III 2019	Estrato
Alicoche real	*Echinocereus enneacanthus*	Nativa	No Listada	Cactácea
Chacate	*Krameria bicolor*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Flecha	*Calcicola sericea*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Gratisima	*Aloysia gratissima*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Hoja sen	*Flourensia cernua*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Long mamma cory cactus	*Coryphantha macromeris ssp. macromeris*	Nativa	No Listada	Cactácea
Malva	*Sphaeralcea bonariensis*	Nativa	No Listada	Herbáceo
Mezquite	*Prosopis laevigata*	Nativa	No Listada	Arbóreo
Oreganillo	*Aloysia wrightii*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Granjeno	*Celtis pallida*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Pasto Buffel	*Cenchrus ciliaris*	Exótica-invasora	No Listada	Pasto
Biznaga partida	*Coryphantha poselgeriana*	Endémica	Amenazada (A)	Cactácea

Por tipo de vegetación se tienen 25 especies en el Matorral desértico rosetófilo (MDR), 10 especies en la vegetación secundaria de Mezquital xerófilo (VS/MKX) y 33 especies en el Matorral desértico micrófilo (MDM), como se puede apreciar en la siguiente tabla.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla III.16. Riqueza de especies por tipo de vegetación en la RE-AI durante 2024. Matorral desértico rosetófilo (MDR), vegetación secundaria de Mezquital xerófilo (VS/MKX), Matorral desértico micrófilo (MDM) (para mayor referencia, sobre las especies registradas en cada tipo de vegetación, se incluye en el Anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

Nombre Común	Nombre Científico	MDM	VS/MKX	MDR
Candelilla	*Euphorbia antisyphilitica*	0	0	1
Chaparro amargoso	*Castela erecta*	1	0	1
Chaparro prieto	*Cordia parvifolia*	1	0	1
Corona de cristo	*Koeberlinia spinosa*	1	0	1
Gobernadora	*Larrea tridentata*	1	1	1
Lechuguilla	*Agave lechuguilla*	1	0	1
Maguey	*Agave asperrima*	0	0	1
Ocotillo	*Fouquieria splendens*	1	0	1
Palo prieto	*Senegalia roemeriana*	0	0	1
Sangre de drago	*Jatropha dioica*	1	0	1
Tatalencho	*Gymnosperma glutinosum*	1	1	1
Alicoche occidentalis	*Echinocereus stramineus subsp. occidentalis*	0	0	1
Biznaga barril costillona	*Ferocactus hamatacanthus*	0	0	1
Biznaga china	*Mammillaria heyderi*	1	0	1
Biznaga partida de Durango	*Coryphantha durangensis*	0	0	1
Cardenche	*Cylindropuntia imbricata*	1	0	1
Choya abrojo de Texas	*Corynopuntia schottii*	1	0	1
Nopal cegador	*Opuntia rufida*	0	0	1
Nopal Coyotillo	*Opuntia azurea*	0	0	1
Tasajillo	*Cylindropuntia leptocaulis*	1	0	1
Aceitilla amarilla	*Picradeniopsis absinthifolia*	1	0	1
Bicolor Fanmustard	*Nerisyrenia camporum*	1	0	1
Estafiate	*Ambrosia confertiflora*	1	0	1
Hierba del negro	*Sphaeralcea angustifolia*	1	0	1
Limoncillo	*Thymophylla pentachaeta*	1	0	1
Hole-in-the-sand Plant	*Nicolletia edwardsii*	1	0	0
Huizache	*Vachellia vernicosa*	1	1	0
Mariola	*Parthenium incanum*	1	0	0
Palma	*Yucca treculeana*	1	0	0
Ojo de vibora	*Sericodes greggii*	1	0	0
Saladillo	*Lycium berlandieri*	0	1	0

CONSULTA PÚBLICA

Nombre Común	Nombre Científico	MDM	VS/MKX	MDR
Alicoche real	*Echinocereus enneacanthus*	1	0	0
Chacate	*Krameria bicolor*	1	0	0
Flecha	*Calcicola sericea*	1	0	0
Gratisima	*Aloysia gratissima*	1	1	0
Hoja sen	*Flourensia cernua*	1	1	0
Long mamma cory cactus	*Coryphantha macromeris ssp. macromeris*	1	0	0
Malva	*Sphaeralcea bonariensis*	1	0	0
Mezquite	*Prosopis laevigata*	1	1	0
Oreganillo	*Aloysia wrightii*	1	1	0
Granjeno	*Celtis pallida*	0	1	0
Pasto Buffel	*Cenchrus ciliaris*	1	1	0
Biznaga partida	*Coryphantha poselgeriana*	1	0	0
Riqueza de especies por tipo de vegetación		**33**	**10**	**25**

De las especies antes mencionadas del muestreo en el 2024, dentro de la RE-AI se identificaron dos especies catalogadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-2010, de éstas *Coryphantha poselgeriana* está catalogada dentro de la categoría **Amenazada** (A) y *Coryphantha durangensis* en **Protección especial (Pr);** los sitios donde fueron registradas dichas especies se pueden observar en la siguiente figura**.** Además, también se identificaron cinco especies endémicas y una especie exótica dentro de la RE-AI.

CONSULTA PÚBLICA

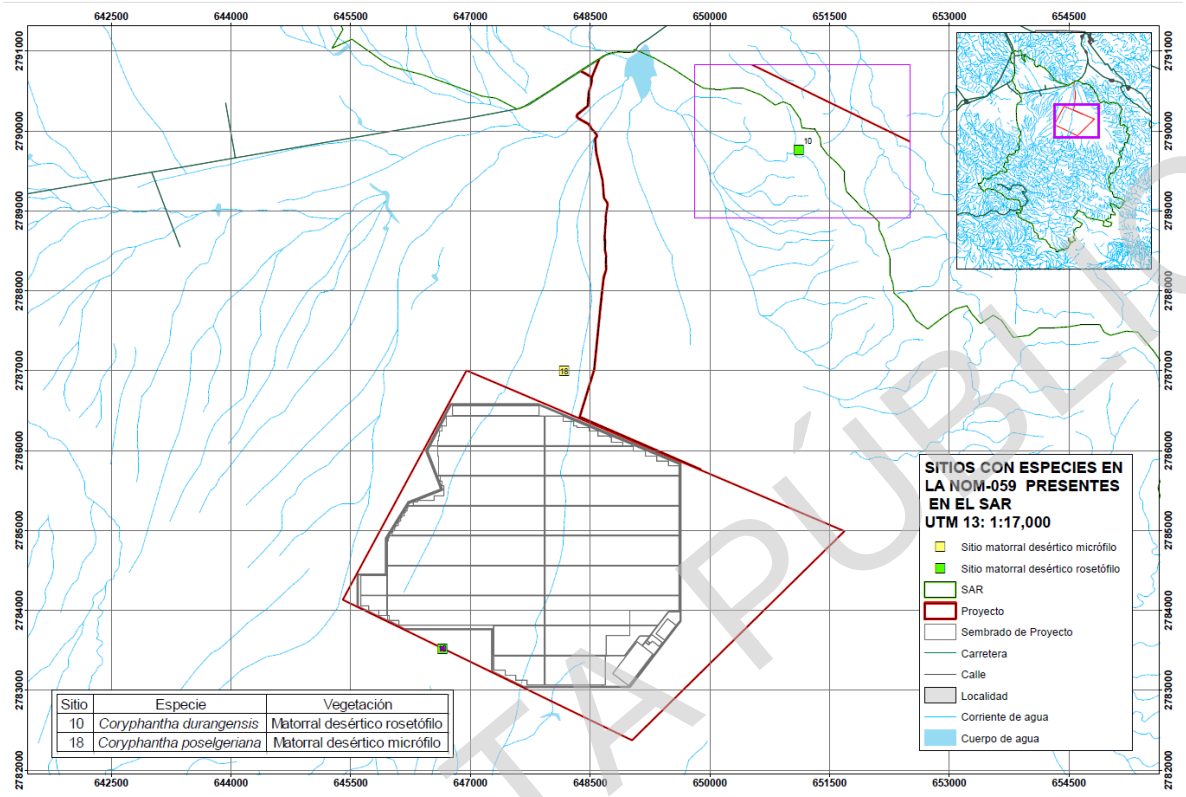


Figura III.24. Parcelas de muestreo de flora situadas en la RE-AI en las que se registraron especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III. Fuente: Elaboración propia a partir del trabajo de campo (para mayor referencia, la figura se incluye en el Anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

De la riqueza específica identificada en ambas campañas de muestreo (2019 y 2024), se reconoce una menor riqueza específica durante el muestreo del 2024 con respecto al 2019. Esta diferencia pudiera estar relacionada a un menor registro de especies en la VS/MKX, lo que pudiera estar relacionado a distintos factores, entre ellos las actividades antrópicas realizadas en la zona que incidieron notoriamente en dicho tipo de vegetación, a un cambio en condiciones ambientales o la temporalidad del muestreo.

En cuanto al MDM, es la que mayor riqueza específica presentó en ambos muestreos respecto a los otros dos tipos de vegetación. En el caso del MDR mantiene su riqueza específica.

CONSULTA PÚBLICA

Área del proyecto (AP)

En el AP durante el muestreo en 2019, se registraron un total de 42 especies, distribuidos en los estratos: pastos (1), cactáceas (11), herbáceo (8 especies), arbustivo (18 especies) y arbóreo (4 especies) (ver siguiente tabla).

Tabla III.17Especies de flora registradas en el AP durante el 2019.

Nombre Común	Nombre Científico	Tipo de Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010 Anexo Normativo III 2019	Estrato
Clavelito	*Acourtia nana*	Nativa	No Listada	Herbáceo
Maguey	*Agave aspérrima*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Lechuguilla	*Agave lechuguilla*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Gratisima	*Aloysia gratissima*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Pino	*Asta schaffneri*	Nativa	No Listada	Herbáceo
Cenizo	*Atriplex canescens*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Navajita	*Bouteloua gracilis*	Nativa	No Listada	Pasto
Hierba del perro	*Buddleja scordioides*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Chaparro prieto	*Cordia parvifolia*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Perrito	*Corynopuntia bulbispina*	Endémica	No Listada	Cactáceas
Long mamma cory cactus	*Coryphantha macromeris ssp. macromeris*	Nativa	No Listada	Cactáceas
Biznaga partida	*Coryphantha poselgeriana*	Endémica	Amenazada (A)	Cactáceas
Cardenche	*Cylindropuntia imbricata*	Nativa	No Listada	Cactáceas
Tasajillo	*Cylindropuntia leptocaulis*	Nativa	No Listada	Cactáceas
Candelilla	*Euphorbia antisyphilitica*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Biznaga barril costillona	*Ferocactus hamatacanthus*	Nativa	No Listada	Cactáceas
Hoja sen	*Flourensia cernua*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Panalero	*Forestiera angustifolia*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Ocotillo	*Fouquieria splendens*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Tatalencho	*Gymnosperma glutinosum*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Sangre de drago	*Jatropha dioica*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Corona de cristo	*Koeberlinia spinosa*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Mezquitillo	*Krameria erecta*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Rastrojera	*Laennecia coulteri*	Nativa	No Listada	Herbáceo
Hierba mariposa	*Lantana achyranthifolia*	Nativa	No Listada	Herbáceo

CONSULTA PÚBLICA

Nombre Común	Nombre Científico	Tipo de Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010 Anexo Normativo III 2019	Estrato
Gobernadora	*Larrea tridentata*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Saladillo	*Lycium berlandieri*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Biznaga china	*Mammillaria heyderi*	Nativa	No Listada	Cactáceas
Potro	*Mimosa turneri*	Nativa	No Listada	Arbóreo
Biznaga cónica	*Neolloydia conoidea*	Nativa	No Listada	Cactáceas
Nopal	*Opuntia engelmannii*	Nativa	No Listada	Cactáceas
Nopal de Chihuahua	*Opuntia phaeacantha*	Nativa	No Listada	Cactáceas
Nopal cegador	*Opuntia rufida*	Nativa	No Listada	Cactáceas
Mariola	*Parthenium incanum*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Aceitilla amarilla	*Picradeniopsis absinthifolia*	Nativa	No Listada	Herbáceo
Mezquite	*Prosopis laevigata*	Nativa	No Listada	Arbóreo
Revienta caballo	*Solanum elaeagnifolium*	Nativa	No Listada	Herbáceo
Hierba del negro	*Sphaeralcea angustifolia*	Nativa	No Listada	Herbáceo
Hierba del cenizo	*Tiquilia greggii*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Huizache	*Vachellia vernicosa*	Nativa	No Listada	Arbóreo
Chamiso	*Viguiera dentata*	Nativa	No Listada	Herbáceo
Palma	*Yucca rigida*	Nativa	No Listada	Arbóreo

De las especies registradas, se tienen 29 especies en el Matorral desértico micrófilo (MDM), 29 especies en la vegetación secundaria de Mezquital xerófilo (VS/MKX), y 20 especies en el Matorral desértico rosétofilo (MDR), como se puede apreciar en la siguiente tabla.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla III.18. Riqueza de especies por tipo de vegetación en el AP durante el 2019. Matorral desértico rosetófilo (MDR), vegetación secundaria Mezquital xerófilo (VSIMKX), Matorral desértico microfilo (MDM) (para mayor referencia, sobre las especies registradas en cada tipo de vegetación, se incluye en el Anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

Nombre Común	Nombre Científico	MDR	MDM	MKX
Clavelito	*Acourtia nana*	0	1	0
Maguey	*Agave asperrima*	1	0	1
Lechuguilla	*Agave lechuguilla*	0	0	1
Gratisima	*Aloysia gratissima*	1	1	0
Pino	*Asta schaffeneri*	1	1	0
Cenizo	*Atriplex canescens*	1	1	0
Navajita	*Bouteloua gracilis*	0	1	0
Hierba del perro	*Buddleja scordioides*	1	1	0
Chaparro prieto	*Cordia parvifolia*	1	1	1
Perrito	*Corynopuntia bulbispina*	1	1	0
Long mamma cory cactus	*Coryphantha macromeris*	1	1	0
Biznaga partida	*Coryphantha poselgerina*	1	0	0
Cardenche	*Cylindropuntia imbricata*	1	1	1
Tasajillo	*Cylindropuntia leptocaulis*	1	1	1
Candelilla	*Euphorbia antisyphilitica*	0	0	1
Biznaga barril costillona	*Ferocactus hamatacanthus*	1	1	0
Hoja sen	*Flourensia cernua*	1	1	0
Panalero	*Florestiera angustifolia*	0	1	0
Ocotillo	*Fouquieria splendens*	1	1	1
Tatalencho	*Gymnosperma glutinosum*	1	1	0
Sangre de drago	*Jatropha dioica*	0	0	1
Corona de cristo	*Koeberlinia spinosa*	1	1	0
Mezquitillo	*Krameria erecta*	1	1	1
Rastrojera	*Laennecia coulteri*	1	1	0
Hierba mariposa	*Lantana achyranthiofolia*	1	1	0
Gobernadora	*Larrea tridentata*	1	1	1
Saladillo	*Lycium berlandieri*	1	1	0
Biznaga china	*Mammillaria heyderi*	0	0	1
Potro	*Mimosa turneri*	1	0	1

CONSULTA PÚBLICA

Nombre Común	Nombre Científico	MDR	MDM	MKX
Biznaga cónica	*Neolloydia conoidea*	0	0	1
Nopal	*Opuntia engelmannii*	0	0	1
Nopal de Chihuahua	*Opuntia phaeacantha*	1	1	0
Nopal cegador	*Opuntia rufida*	0	0	1
Nube cimarrón	*Pathenium bipinnatifidum*	0	0	0
Mariola	*Parthenium incanum*	1	1	1
Mezquite	*Prosopis laevigata*	1	1	1
Revienta caballo	*Solanum elaeagnifolium*	1	1	0
Hierba del negro	*Sphaeralcea angustifolia*	1	1	0
Hierba de cenizo	*Tiquilia gregii*	0	0	1
Huizache	*Vachellia vernicosa*	1	1	1
Chamiso	*Viguiera dentata*	0	1	1
Palma	*Yucca rigida*	1	0	0
Riqueza de especies por tipo de vegetación		**29**	**29**	**20**

Del total de las especies registradas en el AP, solo una especie está incluida en la NOM-059-2010: *Coryphantha poselgeriana*, en categoría **Amenazada** (A). Por otra parte, se identificaron dos especies endémicas. En la siguiente figura se muestra la ubicación de la especie en NOM-059-SEMARNAT-2010 antes referida, de tal manera que se puede visualizar de manera esquemática los sitios de ubicación.

CONSULTA PÚBLICA

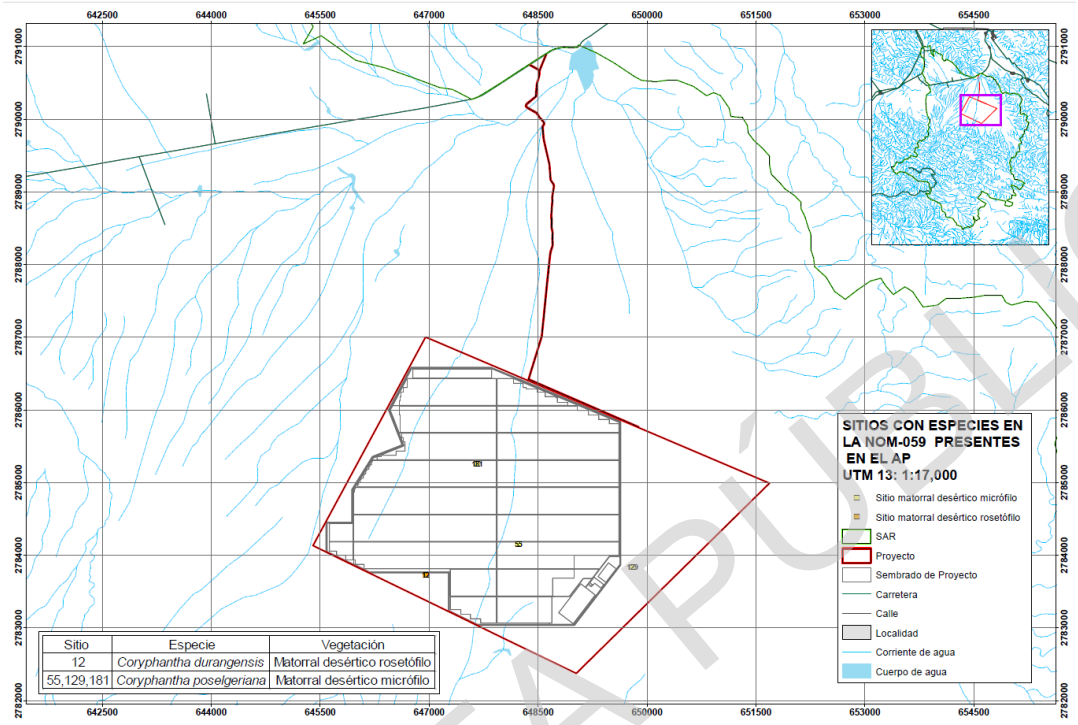


Figura III.25. Parcelas de muestreo de flora durante el 2019 situadas en el AP en las que se registraron especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III. Fuente: Elaboración propia a partir del trabajo de campo (para mayor referencia, la figura se incluye en el Anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

Para el muestreo en el 2024, en el AP se identificaron un total de 44 especies, de las cuales se registraron los siguientes estratos: pastos (1), cactáceas (11), herbáceo (7 especies), arbustivo (23 especies) y arbóreo (2 especies), ver siguiente tabla.

Tabla III.19. Especies de flora registradas en el AP durante el muestreo del 2024.

Nombre Común	Nombre Científico	Tipo de Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010 Anexo Normativo III 2019	Estrato
Candelilla	*Euphorbia antisyphilitica*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Chaparro amargoso	*Castela erecta*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Chaparro prieto	*Cordia parvifolia*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Corona de cristo	*Koeberlinia spinosa*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Gobernadora	*Larrea tridentata*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Lechuguilla	*Agave lechuguilla*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Maguey	*Agave asperrima*	Nativa	No Listada	Arbustivo

CONSULTA PÚBLICA

Nombre Común	Nombre Científico	Tipo de Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010 Anexo Normativo III 2019	Estrato
Ocotillo	*Fouquieria splendens*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Palo prieto	*Senegalia roemeriana*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Sangre de drago	*Jatropha dioica*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Tatalencho	*Gymnosperma glutinosum*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Biznaga barril costillona	*Ferocactus hamatacanthus*	Nativa	No Listada	Cactáceas
Biznaga china	*Mammillaria heyderi*	Nativa	No Listada	Cactáceas
Biznaga partida de Durango	*Coryphantha durangensis*	Endémica	Sujeta a protección Especial (Pr)	Cactáceas
Cardenche	*Cylindropuntia imbricata*	Nativa	No Listada	Cactáceas
Choya abrojo de Texas	*Corynopuntia schottii*	Endémica	No Listada	Cactáceas
Nopal cegador	*Opuntia rufida*	Nativa	No Listada	Cactáceas
Nopal Coyotillo	*Opuntia azurea*	Nativa	No Listada	Cactáceas
Tasajillo	*Cylindropuntia leptocaulis*	Nativa	No Listada	Cactáceas
Aceitilla amarilla	*Picradeniopsis absinthifolia*	Nativa	No Listada	Herbáceo
Bicolor Fanmustard	*Nerisyrenia camporum*	Nativa	No Listada	Herbáceo
Estafiate	*Ambrosia confertiflora*	Nativa	No Listada	Herbáceo
Hierba del negro	*Sphaeralcea angustifolia*	Nativa	No Listada	Herbáceo
Limoncillo	*Thymophylla pentachaeta*	Nativa	No Listada	Herbáceo
Hole-in-the-sand Plant	*Nicolletia edwardsii*	Nativa	No Listada	Herbáceo
Huizache	*Vachellia vernicosa*	Nativa	No Listada	Arbóreo
Mariola	*Parthenium incanum*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Saladillo	*Lycium berlandieri*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Alicoche real	*Echinocereus enneacanthus*	Nativa	No Listada	Cactáceas
Chacate	*Krameria bicolor*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Flecha	*Calcicola sericea*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Gratisima	*Aloysia gratissima*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Hoja sen	*Flourensia cernua*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Long mamma cory cactus	*Coryphantha macromeris ssp. macromeris*	Nativa	No Listada	Cactáceas
Malva	*Sphaeralcea bonariensis*	Nativa	No Listada	Herbáceo
Mezquite	*Prosopis laevigata*	Nativa	No Listada	Arbóreo
Oreganillo	*Aloysia wrightii*	Nativa	No Listada	Arbustivo
Pasto Buffel	*Cenchrus ciliaris*	Exótica-invasora	No Listada	Pasto
Biznaga partida	*Coryphantha poselgeriana*	Endémica	Amenazada (A)	Cactáceas

CONSULTA PÚBLICA

Se registraron 22 especies en el Matorral desértico rosetófilo (MDR), 13 especies en la vegetación secundaria de Mezquital xerófilo (MKX), y 42 especies en el Matorral desértico micrófilo (MDM), como se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla III.20. Riqueza de especies por tipo de vegetación en el AP del muestreo en el 2024. Matorral desértico rosetófilo (MDR), vegetación secundaria de Mezquital xerófilo (VS/MKX), Matorral desértico micrófilo (MDM) (para mayor referencia, sobre las especies registradas en cada tipo de vegetación, se incluye en el Anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

Nombre Común	Nombre Científico	MDM	MKX	MDR
Candelilla	*Euphorbia antisyphilitica*	1	0	1
Chaparro amargoso	*Castela erecta*	1	1	0
Chaparro prieto	*Cordia parvifolia*	1	1	1
Corona de cristo	*Koeberlinia spinosa*	1	0	0
Gobernadora	*Larrea tridentata*	1	1	1
Lechuguilla	*Agave lechuguilla*	0	0	1
Maguey	*Agave asperrima*	1	0	1
Ocotillo	*Fouquieria splendens*	1	0	1
Palo prieto	*Senegalia roemeriana*	1	0	1
Sangre de drago	*Jatropha dioica*	1	0	1
Tatalencho	*Gymnosperma glutinosum*	1	0	1
Biznaga barril costillona	*Ferocactus hamatacanthus*	1	0	1
Biznaga china	*Mammillaria heyderi*	1	0	0
Biznaga partida de Durango	*Coryphantha durangensis*	0	0	1
Cardenche	*Cylindropuntia imbricata*	1	0	1
Choya abrojo de Texas	*Corynopuntia schottii*	1	0	0
Nopal cegador	*Opuntia rufida*	1	1	1
Nopal Coyotillo	*Opuntia azurea*	1	0	0
Tasajillo	*Cylindropuntia leptocaulis*	1	1	1
Aceitilla amarilla	*Picradeniopsis absinthifolia*	1	0	1
Bicolor Fanmustard	*Nerisyrenia camporum*	1	0	1
Estafiate	*Ambrosia confertiflora*	1	0	0
Hierba del negro	*Sphaeralcea angustifolia*	1	0	1
Limoncillo	*Thymophylla pentachaeta*	1	0	1
Azafrán	*Buddleja marrubiifolia*	1	0	1
Hole-in-the-sand Plant	*Nicolletia edwardsii*	1	0	1

CONSULTA PÚBLICA

Nombre Común	Nombre Científico	MDM	MKX	MDR
Huizache	*Vachellia vernicosa*	1	1	1
Mariola	*Parthenium incanum*	1	1	1
Retama	*Parkinsonia aculeata*	1	0	0
Coyotillo	*Karwinskia humboldtiana*	1	0	0
Cinco negritos	*Lantana camara*	1	0	0
Saladillo	*Lycium berlandieri*	1	1	0
Charrasquillo	*Mimosa malacophylla*	1	0	0
Alicoche real	*Echinocereus enneacanthus*	1	0	0
Chacate	*Krameria bicolor*	1	1	0
Flecha	*Calcicola sericea*	1	0	0
Gratisima	*Aloysia gratissima*	1	1	0
Hoja sen	*Flourensia cernua*	1	1	0
Long mamma cory cactus	*Coryphantha macromeris ssp. macromeris*	1	1	0
Malva	*Sphaeralcea bonariensis*	1	0	0
Mezquite	*Prosopis laevigata*	1	1	0
Oreganillo	*Aloysia wrightii*	1	0	0
Pasto Buffel	*Cenchrus ciliaris*	1	0	0
Biznaga partida	*Coryphantha poselgeriana*	1	0	0
Riqueza de especies por tipo de vegetación		**42**	**13**	**22**

Del total de las especies registradas en el AP, las cuales se presentan en la siguiente tabla, solo dos especies están incluidas en la NOM-059-2010: *Coryphantha poselgeriana*, en categoría **Amenazada** (A) y *Coryphantha durangensis* en **Protección especial (Pr).** Por otra parte, se identificaron tres especies endémicas y una especie exótica. Los sitios donde fueron registradas dichas especies se pueden observar en la siguiente figura, y cuyas coordenadas se incluyen en anexo para una mejor referencia.

CONSULTA PÚBLICA

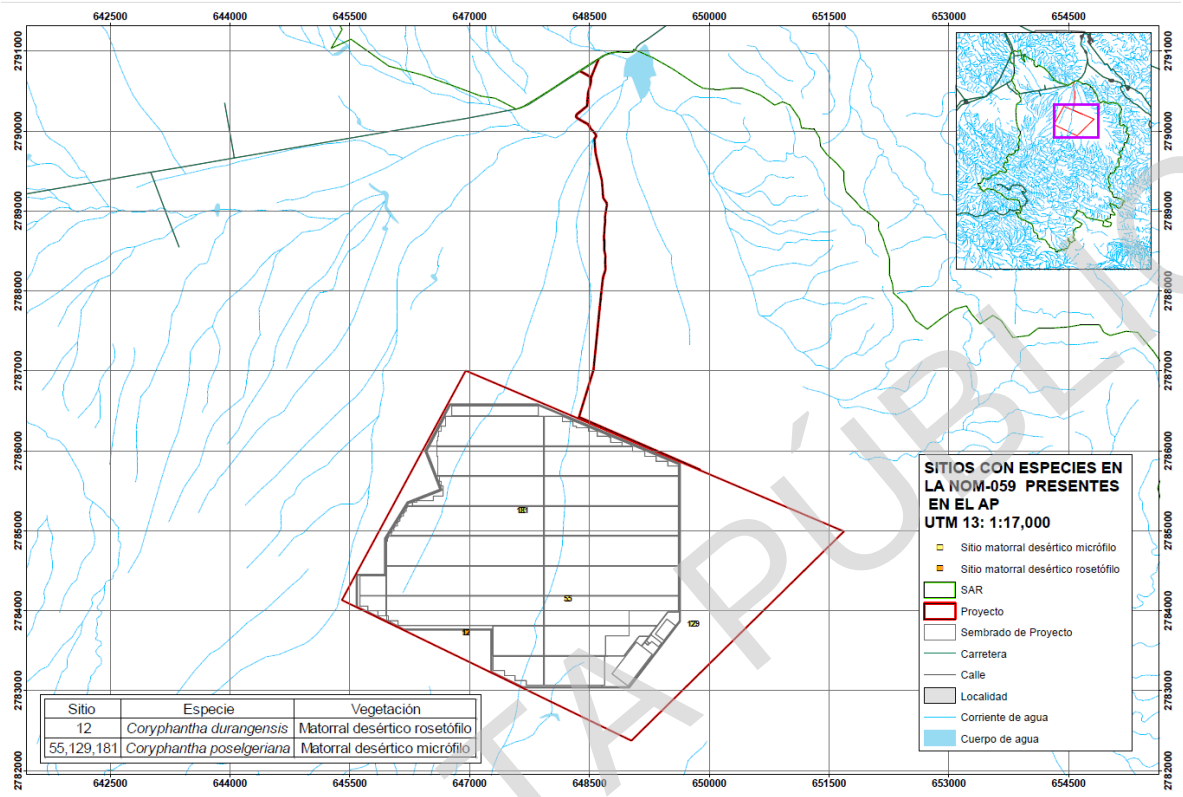


Figura III.26. Parcelas de muestreo de flora del 2024, situadas en el AP en las que se registraron especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III. Para mayor referencia, la figura se incluye en el Anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

Si bien, en el AP, AI y RE se registraron la presencia de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, éstas no se verán afectadas por el desarrollo del proyecto, toda vez que se implementarán medidas ambientales como el rescate y reubicación de los individuos, de tal manera que sea posible mantener la sobrevivencia de los mismos (ver mayor detalle en el Capítulo III, medidas) , además su presencia no se restringe al área del proyecto. Lo anterior, se demuestra mediante las fichas biológicas de las especies registradas en el área del proyecto ,que están bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su anexo Normativo III.

CONSULTA PÚBLICA

Nombre Científico: *Coryphantha poselgeriana*

Nombre Común: Biznaga partida, Biznaga partida de poselger, Biznaga partida gruesa, Manca caballo.

NOM-059-SEMARNAT-2010: Amenazada (A)



Figura III.27. Biznaga partida (Coryphantha poselgeriana). Fuente: Aranda, J. (s/f). Disponible en: < https://inaturalist-open-data.s3.amazonaws.com/photos/4962989/original.jpeg >.

Esta especie es endémica de los estados de Coahuila en los municipios de General Cepeda, Parras de la Fuente, Ramos Arizpe, Cuatrociénegas, Ocampo; en San Luis Potosí en los municipios de Vanegas y Villa de Ramos; en Durango en los municipios de Cuencamé, Peñón Blanco y Santa Clara; y en Zacatecas en los municipios de Juan Aldama y Río Grande. Lo anterior demuestra que su presencia no se restringe al área del proyecto, sino que tiene una distribución mayor, incluso a la de la RE.

En cuanto a su reproducción, se puede propagar mediante el método convencional; es decir, a través de la propagación por semilla y propagación vegetativa (hijuelos o esquejes). La propagación por semillas permite la obtención de miles de plantas con variación genética. No obstante, propagar mediante semillas resultaría más lento que hacerlo por reproducción vegetativa, pero es la forma más sencilla y económica de obtener una colección variada. Respecto de la propagación vegetativa, se pueden desprender hijuelos que emergen alrededor de la planta madre. Las plantas madre deben ser

CONSULTA PÚBLICA

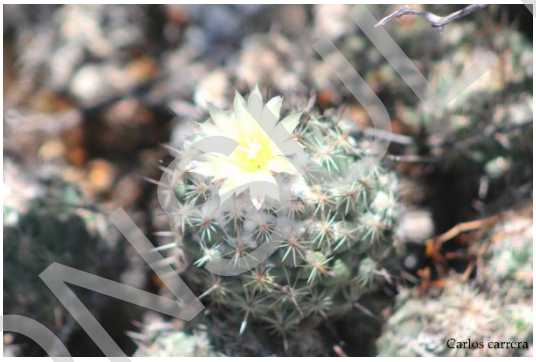
vigorosas, no presentar daños de sol, plagas o enfermedades. Una vez separados se dejan cicatrizar entre 10 y 15 días en un sitio seco y ventilado, y posteriormente se plantan. La ventaja de este método es la rápida obtención de plantas adultas y la desventaja es la carencia de recombinaciones genéticas, importantes en la conservación de especies. Los esquejes e hijuelos tienen la ventaja de que, gracias a su tejido carnoso, conservan nutrientes y agua que utilizarán hasta el momento que se establezcan en maceta. El mejor momento del año para tomar los esquejes e hijuelos es a finales de la primavera, sobre todo en las zonas de clima frío, ya que se inicia la época de calor, el ambiente está seco y las plantas comienzan su crecimiento más intenso. Otra alternativa es proporcionarles a los esquejes e hijuelos las condiciones adecuadas de temperatura, humedad y luz para su enraizamiento.

La información relativa a su reproducción contribuye en el adecuado manejo de los individuos y la sobrevivencia al momento de realizar el rescate en campo, de tal manera que las medidas a considerar tienen un sustento biológico sobre la especie.

Nombre Científico: *Coryphantha duranguensis*

Nombre Común: Biznaga lanuda, Biznaga partida de Durango.

NOM-059-SEMARNAT-059-2010: Protección especial (Pr)



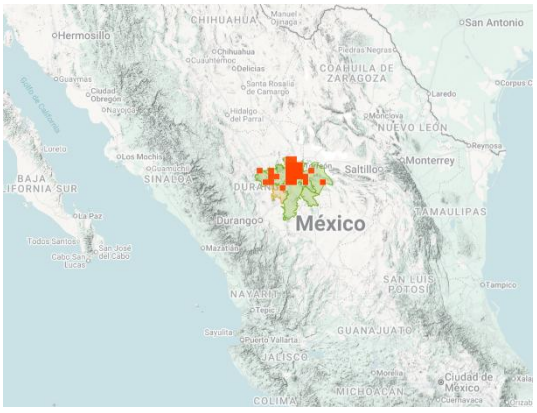


Figura III.28. Biznaga partida de Durango (Coryphantha duranguensis).

Fuente: Carrera, C. (s/f). Disponible en: < https://static.inaturalist.org/photos/5478307/original.jpeg>.

De acuerdo con la literatura, está biznaga es una especie endémica que se distribuye en los estados mexicanos de Coahuila y Durango. A pesar de su restringida distribución, esta especie no se limita al área del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

La propagación de la especie se realiza mediante el método convencional, es decir, a través de la propagación por semilla y propagación vegetativa (hijuelos o esquejes). Ambas formas de propagación tienen ventajas y desventajas. Por ejemplo, con la propagación por semillas se logra una mayor variabilidad genética permitiendo una mayor capacidad de respuesta a las condiciones ambientales, pero resulta más lento. En contraste, la propagación vegetativa representa un método rápido para la obtención de plantas adultas y la desventaja es la carencia de recombinaciones genéticas. Este tipo de información es base para la hora de llevar a cabo el rescate y reubicación de los individuos vegetales encontrados dentro del área del proyecto, de tal manera que sobrevivan los individuos.

Comparación de la riqueza de especies (S) entre la RE-AI y AP

Realizando la comparativa de los muestreos en el 2019, entre la RE-AI y AP se identificó que en el Matorral desértico micrófilo (MDM) se registraron más especies en la RE-AI (33), que en el AP (29); por el contrario, en la vegetación secundaria de Mezquital xerófilo (MKX), se identificaron más especies en el AP (29) que en la RE-AI (10). Finalmente, en el Matorral desértico rosetófilo (MDR) se identificaron menos especies en el AP (20) que en la RE-AI (25). En este primer muestreo, la riqueza específica general fue mayor en la RE-AI con respecto al AP, lo anterior se puede visualizar mediante la siguiente gráfica.

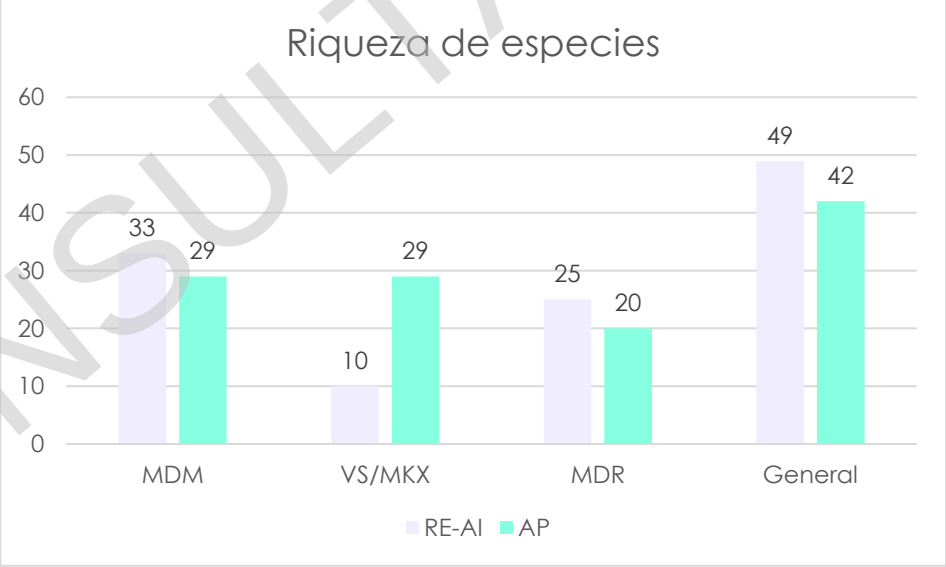


Figura III.29. Comparación de la riqueza de especies por tipo de vegetación del muestreo 2019 en la RE-AI y en el AP. Abreviaturas. MDR: Matorral desértico rosetófilo (MDR); VS/MKX: vegetación secundaria de Mezquital xerófilo; MDM: Matorral desértico micrófilo.

CONSULTA PÚBLICA

Para el caso del muestreo en el 2024, se identificó que en el Matorral desértico micrófilo (MDM) se identificaron más especies en el AP (42), que en el RE-AI (33); mientras que en el Mezquital xerófilo (MKX), se identificaron más especies en el AP (13) que en el RE-AI (10); finalmente, del Matorral desértico rosetófilo (MDR) se registraron más especies en la RE-AI (25) que en el AP (22), ver siguiente figura. De manera general en este segundo muestreo se reconoció una riqueza similar entre la RE-AI y el AP.

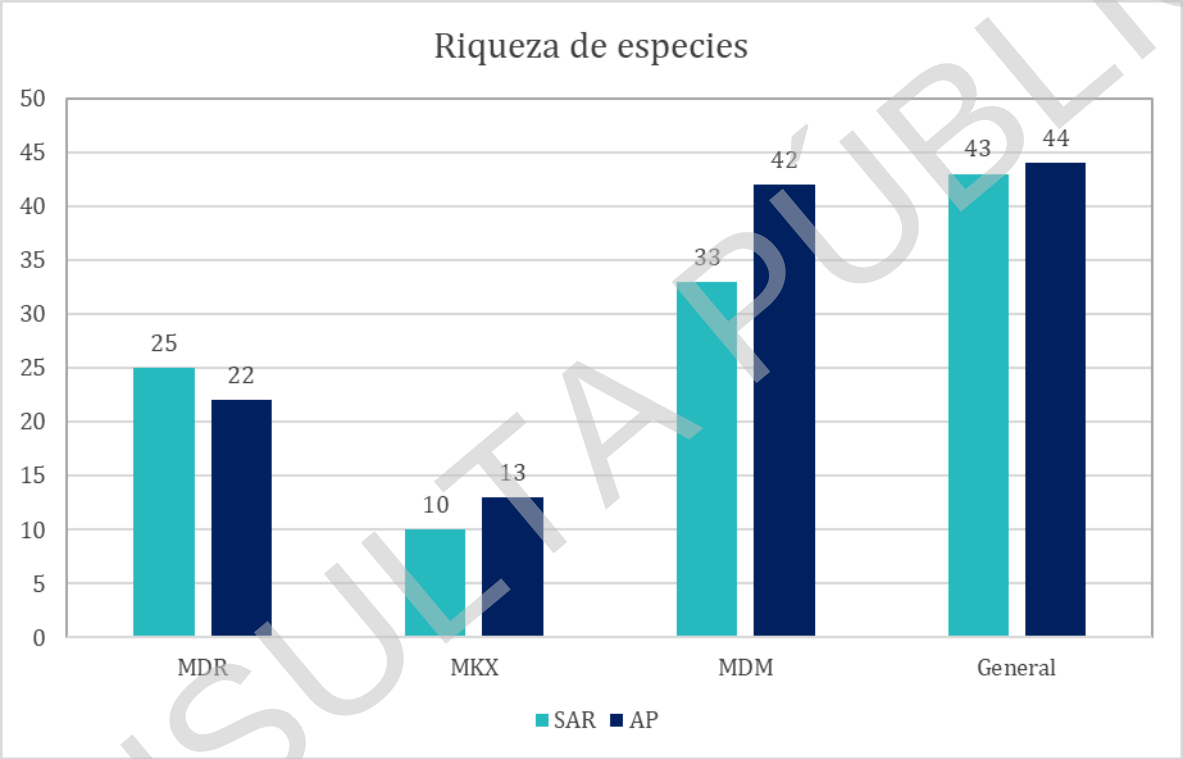


Figura III.30. Comparación de la riqueza de especies por tipo de vegetación en la RE-AI y en el AP. Abreviaturas. MDR: Matorral desértico rosetófilo (MDR); MKX: Mezquital xerófilo; MDM: Matorral desértico micrófilo.

Estratos de vegetación

En la temporalidad del 2019 en la **RE-AI** se registraron **49 especies de flora**, distribuidos en los estratos: pastos (1), cactáceas (11), herbáceo (8 especies), arbustivo (21 especies) y arbóreo (2 especies). Mientras que en el **AP** se registraron **42 especies de plantas**, distribuidos en los estratos:

CONSULTA PÚBLICA

pastos (1), cactáceas (11), herbáceo (7 especies), arbustivo (23 especies) y arbóreo (2 especies), ver siguiente tabla.

Tabla III.21. Estratos de vegetación registrados en la RE-AI y AP del muestreo 2019. Para mayor referencia, se incluyen las tablas por estrato por sitio de trabajo en el anexo del Capítulo III, Apartado Biótico.

Estrato	RE-AI	AP
Arbóreo	2	4
Arbustivo	22	18
Herbáceo	9	8
Cactáceas	22	11
Pastos	2	1
Total	**49**	**42**

Asimismo, en la siguiente tabla se observa un resumen de la riqueza específica por estrato y tipo de vegetación, tanto en la RE-AI como en el AP del muestreo 2019. Para mayor referencia, se incluyen las tablas por estrato por sitio de trabajo (RE-AI / AP) en el anexo del Capítulo III, Apartado Biótico.

Tabla III.22. Resumen de la riqueza específica por estrato de vegetación y tipo de vegetación en la RE-AI y AP durante el muestreo de 2019.

Tipo de vegetación	Estrato	Riqueza	
		RE-AI	AP
Matorral desértico micrófilo (MDM)	Arbóreo	5	4
	Arbustivo	20	14
	Herbáceo	7	4
	Cactáceas	9	7
	Pastos	1	0
Vegetación secundaria de Mezquital Xerófilo (VS/MKX)	Arbóreo	4	2
	Arbustivo	17	14
	Cactáceas	8	6
	Herbáceo	5	6
	Pastos	2	1
Matorral desértico rocetófilo (MDR)	Arbóreo	4	3
	Arbustivo	13	10
	Herbáceo	2	1
	Cactáceas	5	10
	Pastos	1	0

CONSULTA PÚBLICA

Independientemente de la temporada de muestreo, las diferencias en el número de especies registradas, por tipo de vegetación, podría deberse a que las comunidades vegetales evaluadas en la RE-AI y AP presentan condiciones semejantes, pero no son una réplica exacta una de la otra. Entre los motivos que generan variaciones entre las comunidades florísticas, están los siguientes: 1) condiciones particulares del terreno (*e.g.*, relieve, altitud); 2) aleatoriedad del sistema de muestreo; 3) factores logísticos implícitos en el levantamiento de datos de campo; 4) condiciones climáticas o microclimáticas favorables o contraproducentes dependiendo del área observada, 5) dimensiones del muestreo. Por lo tanto, es de esperarse que exista una variabilidad en los valores registrados. En este caso particular, se puede inferir que las especies contenidas en el AP, se ven representada en el área de la RE-AI, y que las especies registradas solamente en el AP son consecuencia de alguno de los distintos factores previamente mencionados, y no juegan un papel determinante a la hora de establecer la riqueza biológica comparable con la observada dentro de la RE-AI.

En la RE-AI durante el 2024 se registraron **43 especies de flora**, distribuidos en los estratos: pastos (1), cactáceas (12), herbáceo (7 especies), arbustivo (21 especies) y arbóreo (2 especies). Mientras que en el **AP** se registraron **44 especies de flora**, distribuidos en los estratos: pastos (1), cactáceas (11), herbáceo (7 especies), arbustivo (23 especies) y arbóreo (2 especies) (ver siguiente tabla).

Tabla III.23. Estratos de vegetación registrados en la RE-AI y AP. Para mayor referencia, se incluyen las tablas por estrato por sitio de trabajo en el anexo del Capítulo III, Apartado Biótico.

Estrato	RE-AI	AP
Arbóreo	2	2
Arbustivo	21	23
Herbáceo	7	7
Cactáceas	12	11
Pastos	1	1
Total	**43**	**44**

Asimismo, en la siguiente tabla se observa un resumen de la riqueza de especies por estrato y tipo de vegetación, tanto en la RE-AI como en el AP. Para mayor referencia, se incluyen las tablas por estrato y área de muestreada (RE-AI / AP) durante el 2024 en el anexo del Capítulo III, Apartado Biótico.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla III.24. Resumen de la riqueza específica por estratos y tipo de vegetación en la RE-AI y AP durante el 2024.

Tipo de vegetación	Estrato	Riqueza	
		RE-AI	AP
Matorral desértico micrófilo (MDM)	Arbóreo	2	2
	Arbustivo	16	22
	Herbáceo	7	7
	Cactáceas	7	10
	Pastos	1	1
Mezquital Xerófilo (MKX)	Arbóreo	1	1
	Arbustivo	8	9
	Cactáceas	0	3
	Pastos	1	0
Matorral desértico rosetófilo (MDR)	Arbustivo	11	12
	Herbáceo	5	5
	Cactáceas	9	5

Diversidad florística

Región Ecológica (RE) y Área de Influencia (AI)

Para la RE-AI en el 2019, el índice de diversidad de **Shannon** mostró una diversidad baja en cada uno de los estratos por tipo de vegetación, lo cual se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla III.25. Índice de diversidad y equitatividad en la RE-AI durante el 2019.

Tipo de vegetación	Estrato	Especies	Número de individuos	Índice de Shannon	Índice de Equitatividad	Índices de Diversidad máxima
Matorral desértico micrófilo (MDM)	Arbóreo	5	101	1.0194	0.6334	1.6094
	Arbustivo	14	4542	1.2983	0.4920	2.6391
	Herbáceo	4	647	1.4527	1.0479	1.3863
	Cactáceas	7	482	0.3476	0.1786	1.9459
	Pastos	1	2	0.00	0.00	0.00
Vegetación secundaria de Mezquital Xerófilo (VS/MKX)	Arbóreo	4	354	0.4837	0.3489	1.3863
	Arbustivo	17	1871	1.3390	0.4726	2.8332
	Herbáceo	5	631	1.5200	0.9445	1.6094
	Cactáceas	8	342	0.4155	0.1998	2.0794
	Pastos	2	4	0.6931	1.0001	0.6931
Matorral desértico rosetófilo (MDR)	Arbóreo	4	12	1.1187	0.8070	1.3863
	Arbustivo	13	814	1.8043	0.7034	2.5649

CONSULTA PÚBLICA

Tipo de vegetación	Estrato	Especies	Número de individuos	Índice de Shannon	Índice de Equitatividad	Índices de Diversidad máxima
	Herbáceo	2	70	0.5983	0.8632	0.6931
	Cactáceas	5	12	1.4241	0.8849	1.6094
	Pastos	1	1	0.00	0.00	0.00

Durante el 2024, en el índice de diversidad de **Shannon** de la RE-AI tuvo valores de diversidad entre 0 y 1.95, lo que se interpreta que la comunidad tiene una **diversidad baja** (ver tabla siguiente).

Tabla III.26. Índice de diversidad y equitatividad en la RE-AI durante el 2024.

Tipo de vegetación	Estrato	Especies	Número de individuos	Índice de Shannon	Índice de Equitatividad	Índices de Diversidad máxima
Matorral desértico micrófilo (MDM)	Arbóreo	2	59	0.48	0.69	0.69
	Arbustivo	16	6089	0.71	0.26	2.77
	Herbáceo	7	3460	1.47	0.76	1.95
	Cactáceas	7	382	0.85	0.44	1.95
	Pastos	1	13	0.00	0.00	0.00
Vegetación secundaria de Mezquital Xerófilo (VS/MKX)	Arbóreo	1	278	0.00	0.00	0.00
	Arbustivo	8	100	1.82	0.87	2.08
	Cactáceas	1	5	0.00	0.00	0.00
Matorral desértico rosetófilo (MDR)	Arbustivo	11	937	1.39	0.58	2.40
	Herbáceo	5	202	1.25	0.78	1.61
	Cactáceas	9	109	1.95	0.89	2.20

De los valores de diversidad presentados arriba, aun cuando hay variación entre el número de especies, abundancias, la diversidad obtenida en cada estrato es clasificada como **diversidad baja,** misma diversidad en las dos temporadas de muestreo (2019 y 2024).

Área del proyecto (AP)

En el AP durante el 2019, el índice de diversidad de **Shannon** mostró una diversidad baja con valores entre 0 y 1.81 en cada uno de los estratos por tipo de vegetación, lo cual se puede observar en la siguiente tabla.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla III.27. Índice de diversidad y equitatividad en la AP durante el 2019.

Tipo de vegetación	Estrato	Especies	Número de individuos	Índice de Shannon	Índice de Equitatividad	Índices de Diversidad máxima
Matorral desértico micrófilo (MDM)	Arbóreo	4	32	1.02	0.73	1.39
	Arbustivo	14	3950	0.78	0.30	2.64
	Herbáceo	4	1035	1.16	0.84	1.39
	Cactáceas	7	301	0.6	0.29	1.95
Vegetación secundaria de Mezquital Xerófilo (VS/MKX)	Arbóreo	2	225	0.35	0.51	0.69
	Arbustivo	14	2342	1.37	0.52	2.64
	Herbáceo	6	1606	1.40	0.78	1.79
	Cactáceas	6	183	0.39	0.22	1.79
	Pastos	1	1	0.00	0.00	0.00
Matorral desértico rosetófilo (MDR)	Arbóreo	3	34	0.92	0.84	1.10
	Arbustivo	10	707	1.85	0.80	2.30
	Herbáceo	1	16	0.00	0.00	0.00
	Cactáceas	6	31	1.71	0.95	1.79

Durante el 2024, en el índice de diversidad de **Shannon en el AP** tuvo valores entre 0 y 1.80**,** este resultado se interpreta que la comunidad tiene una **diversidad baja** (ver tabla siguiente).

Tabla III.28. Índice de diversidad y equitatividad en la AP durante el 2024.

Tipo de vegetación	Estrato	Especies	Número de individuos	Índice de Shannon	Índice de Equitatividad	Índices de Diversidad máxima
Matorral desértico micrófilo (MDM)	Arbóreo	2	97	0.17	0.25	0.69
	Arbustivo	22	5344	1.00	0.32	3.09
	Herbáceo	7	2964	1.54	0.79	1.95
	Cactáceas	10	499	0.80	0.35	2.30
	Pastos	1	6	0.00	0.00	0.00
Vegetación secundaria de Mezquital Xerófilo (VS/MKX)	Arbóreo	1	195	0.00	0.00	0.00
	Arbustivo	9	244	1.88	0.85	2.20
	Cactáceas	3	23	0.92	0.84	1.10
Matorral desértico rosetófilo (MDR)	Arbustivo	12	997	1.85	0.74	2.48
	Herbáceo	5	160	1.52	0.94	1.61
	Cactáceas	5	60	1.36	0,84	1.61

CONSULTA PÚBLICA

Tanto en el muestreo del 2019, como en el muestreo del 2024, se reconoce que la diversidad por estrato es baja, lo que demuestra que, a pesar de tener diferencias en riqueza y abundancia, la diversidad se mantiene.

IVI por tipo de vegetación

Del muestreo realizado en 2019 se estimaron los valores de IVI por estrato, cuyos resultados se presentan en la siguiente tabla a manera de resumen, donde se incluyen los resultados de IVI para cada estrato por tipo de vegetación tanto en la RE-AI como en el AP. Para más detalle sobre estos resultados, se incluyen los análisis en el Anexo del Capítulo III, Apartado Biótico.

Tabla III.29

Tabla IV. 1. Resumen de resultados del valor de IVI. Para mayor referencia, se incluyen los análisis desarrollados en el Anexo del Capítulo III, Apartado Biótico.

Tipo de vegetación	Estrato	IVI		Especie con Mayor IVI	
		RE-AI	AP	RE-AI	AP
Matorral desértico rosetófilo (MDR)	Arbóreo	133.80	145.43	*Vachellia vernicosa*	*Vachellia vernicosa*
	Arbustivo	45.44	49.58	*Agave lecheguilla*	*Fouquieria splendens*
	Herbáceo	174.49	300	*Viguiera dentata*	*Viguiera dentata*
	Cactáceas	94.39	117.07	*Cylindropuntia leptocaulis*	*Opuntia rufida*
	Pastos	300	-----	*Bouteloua gracilis*	------
Vegetación secundaria de Mezquital Xerófilo (VS/MKX)	Arbóreo	206.95	243.34	*Prosopis laevigata*	*Prosopis laevigata*
	Arbustivo	102.41	99.69	*Larrea tridentata*	*Larrea tridentata*
	Herbáceo	73.06	142.34	*Sphaeralcea angustifolia*	*Asta schaffneri*
	Cactáceas	175.00	176.97	*Cylindropuntia leptocaulis*	*Cylindropuntia leptocaulis*
	Pastos	188.90	300	*Cenchrus ciliaris*	*Bouteloua gracilis*

CONSULTA PUBLICA

Tipo de vegetación	Estrato	IVI		Especie con Mayor IVI	
		RE-AI	AP	RE-AI	AP
Matorral desértico micrófilo (MDM)	Arbóreo	102.02	134.77	*Vachellia vernicosa*	*Vachellia vernicosa*
	Arbustivo	106.63	128.99	*Larrea tridentata*	*Larrea tridentata*
	Herbáceo	76.75	142.61	*Laennecia coulteri*	*Asta schaffneri*
	Cactáceas	189.31	189.01	*Cylindropuntia leptocaulis*	*Cylindropuntia leptocaulis*
	Pastos	300	-----	*Bouteloua gracilis*	-----

De la tabla anterior, se resalta que la RE-AI y AP comparten especies en los estratos arbóreo, arbustivo y cactáceas; es decir, la estructura de cada tipo de vegetación es similar entre ambas áreas. Lo anterior, respalda lo identificado en la riqueza específica, que son vegetaciones similares y cuyas variaciones están más relacionadas a las condiciones abióticas.

Para el caso del muestreo en 2024, en la tabla siguiente se presenta un resumen de los resultados de IVI para cada estrato por tipo de vegetación tanto en la RE-AI como en el AP. Para más detalle sobre estos resultados, se incluyen los análisis en el Anexo del Capítulo III, Apartado Biótico.

Tabla III.30. Resumen de resultados de los valores de IVI. Para mayor referencia, se incluyen los análisis desarrollados en el Anexo del Capítulo III, Apartado Biótico.

Tipo de vegetación	Estrato	IVI		Especie con Mayor IVI	
		RE-AI	AP	RE-AI	AP
Matorral desértico rosetófilo (MDR)	Arbustivo	106.42	68.56	*Agave lechuguilla*	*Agave asperrima*
	Herbáceo	121.18	83.10	*Picradeniopsis absinthifolia*	*Sphaeralcea angustifolia*
	Cactáceas	51.77	87.45	*Cylindropuntia imbricata*	*Cylindropuntia leptocaulis*
Vegetación secundaria de Mezquital Xerófilo (VS/MKX)	Arbóreo	300	300	*Prosopis laevigata*	*Prosopis laevigata*
	Arbustivo	111.00	94.98	*Larrea tridentata*	*Larrea tridentata*
	Cactáceas	---	199.37	-----	*Cylindropuntia leptocaulis*
	Pastos	300	----	*Cenchrus ciliaris*	-----

CONSULTA PÚBLICA

Tipo de vegetación	Estrato	IVI		Especie con Mayor IVI	
		RE-AI	AP	RE-AI	AP
Matorral desértico micrófilo (MDM)	Arbóreo	261.41	290.18	*Prosopis laevigata*	*Prosopis laevigata*
	Arbustivo	213.67	158.56	*Larrea tridentata*	*Larrea tridentata*
	Herbáceo	113.66	103.98	*Picradeniopsis absinthifolia*	*Picradeniopsis absinthifolia*
	Cactáceas	237.52	237.92	*Cylindropuntia leptocaulis*	*Cylindropuntia leptocaulis*
	Pastos	300	300	*Cenchrus ciliaris*	*Cenchrus ciliaris*

Para la campaña de muestreo del 2024 se reconoce que entre la RE-AI por tipo de vegetación presentan similitud en la estructura del MDM, no así para la vegetación secundaria de MKX, ya en la RE-AI no se registraron especies en las cactáceas y en el AP no se registraron pastos. Lo anterior, denota la perturbación que se ha presentado entre ambas áreas (RE-AI y AP). En el caso del MDR, aunque tiene la misma estructura, se tiene variación entre la dominancia de las especies por estrato.

Comparación de la diversidad e IVI

De manera general, también se calcularon los índices de diversidad y equitatividad por cada tipo de vegetación contenido tanto en la RE-AI como en el AP (ver siguiente tabla).

Tabla III.31. Comparativo del índice de diversidad y equitatividad por tipo de vegetación registrado entre el RE-AI y AP. Abreviaturas. MDR: Matorral desértico rosetófilo (MDR); MKX: Mezquital xerófilo; MDM: Matorral desértico micrófilo.

Tipo de vegetación	Estrato	2019		2024	
		Shannon		Shannon	
		RE-AI	AP	RE-AI	AP
MDR	Arbóreo	1.1187	0.92	1.39	1.85
	Arbustivo	1.8043	1.85	1.25	1.52
	Herbáceo	0.5983	0	---	---
	Cactáceas	1.4241	1.71	1.95	1.85
	Pastos	0	----	---	---
	Arbóreo	0.4837	0.35	0	0

CONSULTA PÚBLICA

Tipo de vegetación	Estrato	2019		2024	
		Shannon		Shannon	
		RE-AI	AP	RE-AI	AP
VA/MKX	Arbustivo	1.339	1.37	1.82	1.88
	Herbáceo	1.52	1.4	---	---
	Cactáceas	0.4155	0.39	0	0.92
	Pastos	0.6931	0	----	----
MDM	Arbóreo	1.0194	1.02	0.48	0.17
	Arbustivo	1.2983	0.78	0.71	1
	Herbáceo	1.4527	1.16	1.47	1.54
	Cactáceas	0.3476	0.6	0.85	0.8
	Pastos	0	----	0	0

Para el **Matorral desértico rosetófilo (MDR)**, de acuerdo con los valores de la tabla anterior, se observa que, aun cuando el índice de diversidad de Shannon en el AP, se tiene que en el 2019 es menos al de la RE-AI, a diferencia del muestreo en 2024 donde en el AP es ligeramente superior a la RE-AI; por lo que todos los valores se clasifican como diversidad baja. En este sentido, se infiere que no existe una diferencia significativa entre el estado del ecosistema para la vegetación de MDR entre la RE-AI y el AP. Sin embargo, en la temporalidad del 2024 no se registró la presencia de un estrato herbáceo y pastos, lo que pudiera estar asociado a las fechas de muestreo o a factores del muestreo.

En cuanto a la vegetación secundaria de **Mezquital xerófilo (VS/MKX)**, en el análisis de biodiversidad de Shannon (H'), se observa que durante el 2019, aun cuando los valores entre el AP y RE-AI son similares y por tanto, se clasifican dentro de la diversidad baja. Bajo este precepto, se infiere que no existe una diferencia significativa entre el estado del ecosistema para la vegetación de VS/MKX. En el caso del muestreo en 2024, se reconoce que no hubo presencia de herbáceas ni pastos, y los valores en los estratos registrados son ligeramente mayores en el AP con respecto al RE-AI, pero todos los valores de diversidad se clasifican cómo de diversidad baja. La diferente entre temporalidades si estaría reflejando un cambio en las condiciones del ecosistema duran el tiempo transcurrido que afectó la estructura de la vegetación, lo que se respalda al ser denominada una vegetación secundaria y la posible causa está asociada a actividades antrópicas desarrolladas en la RE-AI, o cambios en el patrón de escurrimientos o de lluvias que tienen un efecto más notorio sobre este tipo de vegetación que ya se encontraba perturbada.

CONSULTA PÚBLICA

Finalmente, para el **Matorral desértico micrófilo (MDM)**, en el análisis de biodiversidad de Shannon (H'), se observa que, aun cuando en el AP se reconocen algunos estratos con valores de diversidad ligeramente superiores a la RE-AI, todos son clasificados como de baja diversidad. Por lo anterior, se infiere que no existe una diferencia significativa entre el estado del ecosistema para la vegetación de MDM entre la RE-AI y AP.

Los valores (Shannon, Pielou) obtenidos a partir de las bases de datos de los muestreos en el AP y la RE-AI, presentan comportamientos similares, lo que indica que el ecosistema evaluado se encuentra en condiciones semejantes en las diferentes escalas de la muestra, más no son una réplica exacta uno del otro. Existen numerosos motivos de que se presenten variaciones dentro de un mismo ecosistema global: 1) condiciones particulares del terreno (*e.g.*, relieve, altitud); 2) aleatoriedad del sistema de muestreo; 3) factores logísticos implícitos en el levantamiento de datos de campo; 4) condiciones climáticas o microclimáticas favorables o contraproducentes dependiendo del área observada, etc., 5) dimensiones del muestreo. Por lo tanto, que exista una variabilidad de valores es esperada. En este caso particular, se puede inferir que las especies contenidas en los polígonos del AP se ven representadas en el área de la RE-AI, y que las especies registradas solamente en el AP son consecuencia de alguno de los distintos factores previamente mencionados, y no juegan un papel determinante a la hora de establecer la riqueza biológica comparable con la observada dentro de la RE-AI.

Comparativa taxonómica

De acuerdo con la comparativa entre la RE-AI y AP del 2019, se tiene que en la vegetación de MDM como especie exclusiva en el AP está *Forestiera angustifolia*, a diferencia de las especies registradas únicamente en la RE-AI que se tienen a 10 especies. La ausencia de *Forestiera angustifolia* en la RE-AI pudiera deberse a la aleatoriedad de los muestreos, dado que esta especie se distribuye ampliamente en México, y es una especie común en matorrales, vegetación a la identificada en la RE-AI y AP, por lo que, aun cuando no fue registrada durante este muestreo en la RE-AI, muy probablemente si se encuentra presente.

Durante el muestreo del 2024, se identificó que en la RE-AI se registraron cuatro especies de flora exclusivas, mientras que el AP registró cinco especies exclusivas. De las especies que se registraron exclusivamente en el AP, el **Azafrán** (*Buddleja marrubiifolia*) es una especie que tolera zonas de rusticidad, así como altas temperaturas, pero puede sufrir daños por congelación y volver a crecer desde sus raíces. Crece fácilmente sobre acequias, barrancos, depresiones, laderas y laderas. Con respecto a la **Retama** (*Parkinsonia aculeata*), es una especie que se adapta muy bien a las altas temperaturas, pudiendo desprenderse de las hojas para disminuir la transpiración y realizar la

CONSULTA PÚBLICA

fotosíntesis con el parénquima de la corteza. También resiste el frío si no es excesivo. Es una especie nativa que, aunque se registró exclusivamente en el AP, por su amplia tolerancia ambiental, representa una especie con un alto potencial de expandirse a través de pastos, reservas naturales y territorios virginales, habitando en un amplio rango de climas y ambientes. Forma matorrales casi impenetrables que amenazan la conservación de humedales, bosques riparios y mesetas en el norte del país. En relación con el **Coyotito** (*Karwinskia humboldtiana*), es una especie que crece con facilidad en crestas y laderas de piedra caliza, bordes de caminos, bosques de matorrales, en suelos arcillosos arenosos y en arena profunda. Cabe señalar que es una especie muy abundante y que se desarrolla con facilidad en zonas alteradas. Referente a **Cinco negritos** (*Lantana camara*), aunque es nativa y exclusiva del área del proyecto, es un arbusto muy común en las regiones semi-aridas y tropicales de México. Finalmente, el **Charrasquillo** (*Mimosa malacophylla*), es una planta bastante común en matorral tamaulipeco, matorral submontano, selvas bajas, comunidades riparias y bosques de encino-pino; en ocasiones, actúa como planta invasora y maleza agresiva en campos de cultivo abandonados. En suma, las especies de plantas que fueron exclusivamente registradas en el área del proyecto son comunes en sus sitios de distribución nativas; en general, presentan una amplia tolerancia ambiental, por lo que, en ocasiones, pueden ser especies invasoras, siendo introducidas como plantas ornamentales, demostrando una gran capacidad de distribuirse en distintos sitios del mundo y hábitats perturbados.

Conclusión

A partir de los muestreos realizados en campo, la vegetación existente tanto en la RE-AI, así como en el AP son: Matorral Desértico Micrófilo, Matorral Desértico Rosetófilo y vegetación secundaria de Mezquital Xerófilo. Respecto de la vegetación existente en el AP, la mayor proporción (98.03%) corresponde a vegetación forestal. Mientras que una mínima proporción (1.96%) corresponde a un uso de suelo no forestal o sin vegetación aparente. Cabe mencionar, que, de acuerdo con el trabajo de campo realizado, aunque la mayor superficie del AP corresponde a vegetación forestal, se observó evidencia de perturbación en el mismo.

Respecto de la representatividad de los muestreos, debido a que la mayoría de los estratos muestreados por tipo de vegetación (MDR, VS/MKX y MDM) en la RE-AI presentaron una proporción de flora cercana o superior al 80%, se considera que los muestreos para dicho sitio son fiables. En relación con el AP se cumple satisfactoriamente con la eficiencia del muestreo, ya que en los tres casos (MDR, VS/MKX y MDM) los porcentajes de flora registrados superaron favorablemente el 80% de flora muestreada. Por lo que se concluye que dichos muestreos son fiables en su totalidad.

CONSULTA PÚBLICA

Mediante el trabajo de campo, durante el muestreo del 2019 en la RE-AI se registraron 49 especies, mientras que en el AP se registraron 42 especies. De ahí, en el AP se identificó únicamente una especie de cactácea catalogada en la NOM-059-2010, *Coryphantha poselgeriana* (catalogada dentro de la categoría **Amenazada**)**.** En la RE-AI se registró una especie exótica: pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*). Con respecto a los tipos de vegetación identificados en cada sitio de trabajo, en la RE-AI, se registraron 25 especies en el Matorral desértico rosetófilo (MDR), 36 especies en la vegetación secundaria de Mezquital xerófilo (VS/MKX), y 42 especies en el Matorral desértico micrófilo (MDM). Mientras que, de las 44 especies identificadas en el AP, se registraron 20 especies en el Matorral desértico rosetófilo (MDR), 29 especies en la vegetación secundaria de Mezquital xerófilo (VS/MKX), y 29 especies en el Matorral desértico micrófilo (MDM). Aunque existan especies de flora del AP representadas en la RE-AI, las diferencias en el número de especies registradas por área de trabajo (RE-AI vs AP) y por tipo de vegetación entre la RE-AI y el AP, podrían deberse a que las comunidades vegetales evaluadas muestran condiciones semejantes, aunque eso no signifique que sean exactamente igual una de la otra. Entre las principales causas de las diferencias en el número de especies registradas están: las diferencias particulares del terreno, como relieve, altitud o clima; factores logísticos durante el muestreo de campo; así como tamaño muestral y superficie del área muestreada. De tal manera que aquellas especies que únicamente fueron registradas en el AP, no quiere decir que no puedan ser registradas en la RE-AI.

Los índices de Shannon y Pielou indican una diversidad y equitatividad media sin diferencias relevantes en la flora tanto del RE-AI como del AP. Respecto de la vegetación de matorral desértico rosetófilo, también presentaron una diversidad baja entre la RE-AI y el AP. Referente a la vegetación secundaria de mezquital xerófilo, tanto la RE-AI como el AP presentaron una diversidad baja. Finalmente, el matorral desértico micrófilo presentó una diversidad baja tanto en la RE-AI como en el AP. En conclusión, respecto de la diversidad entre la RE-AI y el AP, así como entre tipos de vegetación por sitio de trabajo (RE-AI vs AP), se infiere que no existen diferencias relevantes entre el estado del ecosistema para la vegetación entre el RE-AI y el AP.

La RE-AI registró 10 especies de flora exclusivas, mientras que el AP registró únicamente una especie exclusiva. Las especies de floras que fueron exclusivamente registradas en el AP son comunes en sus sitios de distribución nativas; en general, presentan una amplia tolerancia ambiental, por lo que, en ocasiones, pueden ser especies invasoras, siendo introducidas como plantas ornamentales, demostrando una gran capacidad de distribuirse en distintos sitios del mundo y hábitats perturbados. De tal forma, que se considera que el desarrollo del proyecto, no afectará a las especies de flora que fueron registradas exclusivamente en el AP. Además de que se tiene consideradas medidas ambientales con la finalidad de rescatarlas y reubicarlas (ver descripción en el Capítulo IV).

CONSULTA PÚBLICA

En el 2024, en la RE-AI se registraron 43 especies, mientras que en el AP se registraron 44 especies. De ahí que tanto en la RE-AI como el AP se identificaron únicamente dos especies de cactáceas catalogadas en la NOM-059-2010: *Coryphantha poselgeriana*, catalogada en categoría de **Amenazada** (A) y *Coryphantha durangensis* en **Protección especial (Pr).** En ambos sitios se registró una especie de planta exótica: pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*). Con respecto a los tipos de vegetación identificados en cada sitio de trabajo, de las 43 especies identificadas en la RE-AI, se registraron 25 especies en el Matorral desértico rosetófilo (MDR), 10 especies en la vegetación secundaria de Mezquital xerófilo (VS/MKX), y 33 especies en el Matorral desértico micrófilo (MDM). Mientras que de las 44 especies identificadas en el AP, se registraron 22 especies en el Matorral desértico rosetófilo (MDR), 13 especies en la vegetación secundaria Mezquital xerófilo (VS/MKX), y 42 especies en el Matorral desértico micrófilo (MDM). Aunque existan especies de plantas del AP representadas en la RE-AI, las diferencias en el número de especies registradas por área de trabajo (RE-AI vs AP) y por tipo de vegetación entre la RE-AI y el AP, podrían deberse a que las comunidades vegetales evaluadas muestran condiciones semejantes, aunque eso no signifique que sean exactamente igual una de la otra. Entre las principales causas de las diferencias en el número de especies registradas están: las diferencias particulares del terreno, como relieve, altitud o clima; factores logísticos durante el muestreo de campo; así como tamaño muestral y superficie del área muestreada. De tal manera, que aquellas especies que únicamente fueron registradas en el AP, no significa que no puedan ser registradas en la RE-AI.

Los índices de Shannon y Pielou indican una diversidad media sin diferencias relevantes en la flora tanto de la RE-AI como del AP. Respecto de la vegetación de matorral desértico rosetófilo, también presentaron una diversidad media entre la RE-AI y el AP. Referente al mezquital xerófilo, tanto la RE-AI como el AP presentaron una diversidad baja. Finalmente, el matorral desértico micrófilo presentó una diversidad media tanto en la RE-AI como en el AP. En conclusión, respecto de la diversidad y uniformidad de especies registradas entre la RE-AI y el AP, así como entre tipos de vegetación por sitio de trabajo (RE-AI vs AP), se infiere que no existen diferencias relevantes entre el estado del ecosistema para la vegetación entre la RE-AI y el AP.

La RE-AI registró cuatro especies de flora exclusivas, mientras que el AP registró cinco especies exclusivas. Las especies de plantas que fueron exclusivamente registradas en el AP son comunes en sus sitios de distribución nativas; en general, presentan una amplia tolerancia ambiental, por lo que, en ocasiones, pueden ser especies invasoras, siendo introducidas como plantas ornamentales, demostrando una gran capacidad de distribuirse en distintos sitios del mundo y hábitats perturbados. De tal forma, que se considera que el desarrollo del proyecto no afectarán a las especies de plantas que fueron registradas exclusivamente en el AP.

CONSULTA PÚBLICA

IV.1.5. Fauna

Para el caso de la fauna se realizó la revisión bibliográfica, así como los muestreos, lo cual se describe a continuación.

a) Listado potencial de fauna

Uno de los instrumentos más ampliamente utilizados para conocer la diversidad biológica en una región son las listas de especies, debido a que son empleadas para catalogar observaciones de animales en campo; además, proveen información sólida y confiable sobre cambios en las poblaciones de vertebrados terrestres, así como información sobre su fenología y patrones de abundancia geográfica a escala local, regional y global. Ante la importancia de las listas de especies, se realizó una revisión bibliográfica de las especies que potencialmente se pueden distribuir en la RE de acuerdo con Enciclovida, Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) o Naturalista. Cabe mencionar, que esta lista de especies no es exclusiva de la RE, ya que su distribución va más allá de tales límites. Para las listas de fauna potencial en la RE se incluyó información de su estado de conservación considerando las categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III. Asimismo, se identificó el tipo de distribución (nativa, exótica) de las especies, y se especificó si las especies son endémicas a México.

b) Muestreo de fauna

Para la caracterización de la fauna, se realizaron muestreos a lo largo de transectos de longitud variable, donde los transectos más pequeños midieron 97 m de longitud, y los más grandes 4,051 m de longitud, habiendo transectos con longitudes entre dichos intervalos, en los cuales el ancho es de 25 m de cada lado (ancho total de 50 m).

En la siguiente tabla se presentan las longitudes de cada transecto.

Tabla III.32. Longitud de los transectos que se establecieron en el AP.

Transecto	Longitud	Transecto	Longitud	Transecto	Longitud
1	1119.72	49	4051.76	97	2494.34
2	1267.59	50	3996.48	98	2095.47
3	1346.46	51	3877.31	99	1896.31
4	1668.64	52	3148.02	100	1822.79
5	1800.81	53	3055.20	101	1732.79

CONSULTA PÚBLICA

Transecto	Longitud	Transecto	Longitud	Transecto	Longitud
6	1954.63	54	2919.71	102	1672.79
7	2130.22	55	1702.40	103	1602.73
8	2252.43	56	1726.42	104	1534.97
9	2408.23	57	1720.20	105	1474.82
10	2543.27	58	1425.53	106	1375.52
11	2688.95	59	1424.16	107	1312.49
12	2851.12	60	1422.79	108	1191.77
13	2899.25	61	1421.81	109	1088.58
14	3036.26	62	1425.37	110	992.80
15	3078.71	63	1424.91	111	946.61
16	3075.92	64	1420.70	112	828.02
17	3092.81	65	1429.35	113	737.24
18	2859.99	66	1429.10	114	650.98
19	3040.18	67	1292.65	115	550.54
20	3019.13	68	1199.28	116	458.80
21	2995.30	69	1088.39	117	355.23
22	3055.38	70	758.66	118	259.21
23	3159.59	71	498.62	119	184.45
24	3300.61	72	486.04	120	97.57
25	3426.30	73	489.67	121	827.74
26	3447.65	74	490.06	122	734.59
27	3483.95	75	488.49	123	629.35
28	3517.47	76	195.41	124	556.87
29	3541.76	77	226.58	125	463.09
30	3591.93	78	223.55	126	277.73
31	3600.61	79	207.54	127	987.70
32	3634.60	80	124.45	128	920.64
33	3668.68	81	83.79	129	753.99
34	3681.09	82	787.70	130	609.46
35	3686.97	83	897.83	131	483.42
36	3692.48	84	222.07	132	268.70

CONSULTA PÚBLICA

Transecto	Longitud	Transecto	Longitud	Transecto	Longitud
37	3670.95	85	151.00	133	127.00
38	3676.11	86	227.10	134	1568.73
39	3675.56	87	3677.75	135	1538.29
40	3684.23	88	3680.76	136	352.42
41	3681.09	89	3620.51	137	184.82
42	4024.58	90	3655.98	138	233.02
43	4015.06	91	3640.06	139	198.77
44	4034.94	92	3648.49	140	830.41
45	4030.04	93	3614.12	141	675.26
46	4034.29	94	3661.96	142	484.86
47	4022.42	95	3631.19	143	369.48
48	4030.31	96	3626.08	144	224.54

En la RE-AI (144 transectos), como en el AP (144 transectos), la cantidad de transectos se determinó considerando las condiciones específicas del proyecto, con el objetivo de cubrir la mayor parte de su superficie y reducir el sesgo de registros, aplicándose las metodologías de muestreo correspondientes a cada grupo faunístico.

Los muestreos se realizaron del 29 de enero al 16 de febrero, y el 26 y 28 de noviembre del 2024. A continuación, se presentan las coordenadas de cada uno de los transectos establecidos en la RE-AI, así como sus mapas correspondientes. Cabe mencionar que, en anexo del Capítulo III, Apartado Biótico, se incluye un mapa cartográfico de la RE-AI.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla III.33. Coordenadas UTM (Datum WGS84) de los transectos de muestreo para fauna en el RE-AI.

Fuente: Coordenadas obtenidas a través del trabajo de campo (para mayor referencia, se incluyen las coordenadas en el anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

Transectos RE-AI		
Transectos	X	Y
1	647064	2787153
1	648094	2786712
2	648150	2786685
2	649315	2786179
3	649356	2786141
3	650597	2785613
4	650651	2785590
4	652163	2784931
5	652219	2784902
5	653894	2784240
6	653788	2784342
6	651972	2785067
7	651937	2785102
7	649980	2785946
8	649922	2785978
8	647860	2786885
9	647804	2786911
9	645606	2787897
10	645634	2787951
10	647953	2786905
11	647991	2786886
11	650454	2785807
12	650517	2785778
12	653137	2784655

Transectos RE-AI		
Transectos	X	Y
13	653197	2784631
13	653647	2784449
13	653675	2784506
13	651506	2785414
14	651497	2785498
14	648699	2786680
15	648641	2786705
15	645818	2787947
16	645667	2788076
16	648498	2786857
17	648551	2786838
17	651397	2785670
18	651444	2785651
18	653648	2784700
18	653576	2784631
18	653245	2784775
19	653345	2784953
19	650533	2786115
20	650488	2786128
20	647694	2787276
21	647650	2787289
21	645663	2788129
21	645633	2788178
21	646354	2787879

CONSULTA PÚBLICA

Transectos RE-AI		
Transectos	X	Y
22	646390	2787863
22	649225	2786723
23	649269	2786702
23	652200	2785521
24	652241	2785505
24	653516	2784984
24	653525	2785089
24	651834	2785758
25	651786	2785777
25	648603	2787046
26	648571	2787058
26	645607	2788234
26	645582	2788287
26	645770	2788217
27	645800	2788207
27	649047	2786941
28	649108	2786912
28	652386	2785636
29	652449	2785615
29	652918	2785439
29	652956	2785513
29	650189	2786560
30	650157	2786570
30	646807	2787868
31	646765	2787883
31	645565	2788331
31	645550	2788377

Transectos RE-AI		
Transectos	X	Y
31	647678	2787584
32	647720	2787567
32	651121	2786279
33	651163	2786261
33	652983	2785566
33	653008	2785627
33	651737	2786101
34	651711	2786109
34	648270	2787418
35	648231	2787432
35	645530	2788432
35	645508	2788485
35	646211	2788228
36	646257	2788212
36	649717	2786922
37	649757	2786907
37	653037	2785690
37	653035	2785749
37	652928	2785791
38	652870	2785808
38	649421	2787080
39	649381	2787094
39	645933	2788373
40	645901	2788385
40	645492	2788531
40	645470	2788583
40	648466	2787474

CONSULTA PÚBLICA

Transectos RE-AI		
Transectos	X	Y
41	648494	2787462
41	651952	2786198
42	651991	2786184
42	653070	2785787
42	653084	2785853
42	650250	2786866
43	650226	2786874
43	646455	2788255
44	646427	2788264
44	645452	2788616
44	645442	2788659
44	648219	2787652
45	648247	2787641
45	652040	2786278
46	652082	2786263
46	653100	2785912
46	653101	2785981
46	650372	2786929
47	650343	2786937
47	646556	2788292
48	646523	2788304
48	645429	2788690
48	645419	2788729
48	648088	2787785
49	648129	2787770
49	651956	2786442
50	651986	2786432

Transectos RE-AI		
Transectos	X	Y
50	653121	2786046
50	653137	2786110
50	650548	2786987
51	650496	2787000
51	646831	2788265
52	646807	2788272
52	645409	2788762
52	645384	2788822
52	646939	2788281
53	646973	2788269
53	649866	2787275
54	649902	2787263
54	652668	2786327
55	652584	2786413
55	650970	2786958
56	650936	2786967
56	649300	2787523
57	649261	2787534
57	647628	2788097
58	647598	2788104
58	646253	2788573
59	646219	2788584
59	645359	2788880
59	645335	2788940
59	645761	2788795
60	645799	2788781
60	647144	2788314

CONSULTA PÚBLICA

Transectos RE-AI		
Transectos	X	Y
61	647172	2788305
61	648518	2787844
62	648553	2787832
62	649902	2787372
63	649936	2787360
63	651288	2786905
64	651317	2786896
64	652605	2786471
64	652580	2786531
65	652483	2786568
65	651124	2787013
66	651082	2787025
66	649727	2787482
67	649692	2787493
67	648470	2787914
68	648436	2787926
68	647301	2788315
69	647261	2788326
69	646232	2788680
70	646195	2788691
70	645478	2788942
71	645424	2788959
71	645308	2789003
71	645289	2789058
71	645590	2788954
72	645633	2788940
72	646092	2788783

Transectos RE-AI		
Transectos	X	Y
73	646151	2788763
73	646616	2788603
74	646666	2788585
74	647131	2788423
75	647175	2788411
75	647639	2788251
76	647676	2788236
76	647862	2788176
77	647917	2788155
77	648132	2788082
78	648171	2788070
78	648382	2787996
79	648446	2787973
79	648643	2787906
80	648698	2787886
80	648816	2787846
81	648846	2787835
81	648926	2787807
82	648968	2787795
82	649715	2787540
83	649763	2787523
83	650614	2787236
84	650708	2787206
84	650921	2787136
85	651077	2787084
85	651220	2787036
86	651288	2787015

CONSULTA PÚBLICA

Transectos RE-AI		
Transectos	X	Y
86	651551	2786928
87	651594	2786916
87	652501	2786616
87	652519	2786656
87	649979	2787506
88	649941	2787522
88	646457	2788709
89	646424	2788720
89	645270	2789118
89	645238	2789181
89	647442	2788425
90	647481	2788411
90	650942	2787235
91	650967	2787225
91	651630	2787006
91	651650	2787049
91	648909	2787976
92	648868	2787991
92	645415	2789169
93	645377	2789181
93	645220	2789235
93	645198	2789293
93	648405	2788203
94	648443	2788189
94	651534	2787139
94	651526	2787193
94	651201	2787304

Transectos RE-AI		
Transectos	X	Y
95	651167	2787315
95	647729	2788485
96	647688	2788499
96	645173	2789355
96	645142	2789420
96	645990	2789131
97	646025	2789117
97	648387	2788314
98	648422	2788302
98	650407	2787628
99	650441	2787616
99	651473	2787264
99	651477	2787316
99	650764	2787559
100	650733	2787570
100	649007	2788155
101	646332	2786319
101	645492	2784803
102	645467	2784756
102	644668	2783286
103	644633	2783220
103	643961	2781946
103	643917	2781975
103	643968	2782072
104	643987	2782108
104	644707	2783463
105	644721	2783490

CONSULTA PÚBLICA

Transectos RE-AI		
Transectos	X	Y
105	645426	2784785
106	645442	2784812
106	646107	2786018
107	646125	2786050
107	646312	2786381
107	646289	2786440
107	645863	2785681
108	645848	2785654
108	645273	2784607
109	645258	2784578
109	644735	2783623
110	644717	2783588
110	644251	2782711
111	644226	2782665
111	643905	2782056
111	643861	2782080
111	643959	2782264
112	643980	2782300
112	644364	2783033
113	644380	2783064
113	644728	2783714
114	644739	2783735
114	645052	2784306
115	645070	2784337
115	645337	2784820
116	645352	2784850
116	645569	2785255

Transectos RE-AI		
Transectos	X	Y
117	645584	2785281
117	645802	2785680
118	645815	2785705
118	645943	2785931
119	645955	2785952
119	646044	2786114
120	646057	2786136
120	646106	2786222
121	646119	2786245
121	646266	2786505
121	646242	2786567
121	646015	2786165
122	646002	2786140
122	645646	2785496
123	645632	2785470
123	645326	2784918
124	645308	2784886
124	645036	2784399
125	645020	2784371
125	644801	2783963
126	644782	2783925
126	644647	2783682
127	644624	2783639
127	644157	2782768
128	644136	2782723
128	643775	2782037
128	643734	2782061

CONSULTA PÚBLICA

Transectos RE-AI		
Transectos	X	Y
128	643778	2782147
129	643802	2782191
129	644147	2782862
130	644167	2782896
130	644455	2783434
131	644472	2783462
131	644653	2783803
132	644671	2783835
132	644801	2784071
133	644819	2784106
133	644878	2784218
134	644900	2784257
134	645657	2785632
135	645676	2785665
135	646221	2786629
135	646193	2786695
135	646003	2786352
136	645984	2786316

Transectos RE-AI		
Transectos	X	Y
136	645810	2786009
137	645789	2785970
137	645697	2785809
138	645672	2785763
138	645557	2785559
139	645533	2785513
139	645436	2785338
140	645412	2785292
140	645011	2784563
141	644988	2784522
141	644660	2783931
142	644632	2783882
142	644404	2783453
143	644383	2783413
143	644207	2783087
144	644177	2783031
144	644056	2782805

CONSULTA PÚBLICA

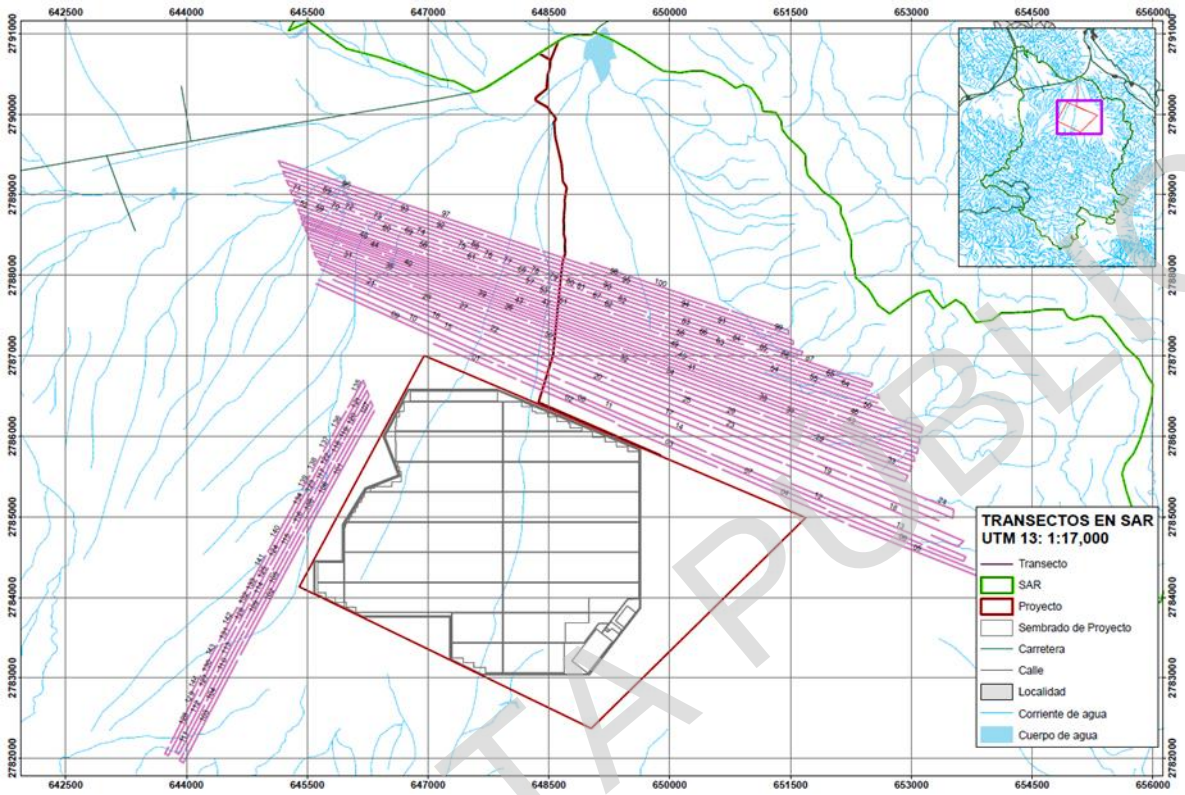


Figura III.31. Transectos de fauna en la RE-AI.

Fuente: Obtenido a partir del trabajo de campo (para mayor referencia, se incluyen el mapa en el Anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

En cuanto al AP, la siguiente tabla y figura incluye las coordenadas de cada uno de los transectos establecidos en el AP, así como sus mapas correspondientes. Cabe mencionar que, en anexo del Capítulo III, Apartado Biótico, se incluye un mapa cartográfico para el AP.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla III.34. Coordenadas UTM (Datum WGS84) de los transectos de muestreo para fauna en el área del proyecto.

Fuente: Coordenadas obtenidas a través del trabajo de campo (para mayor referencia, se incluyen las coordenadas en el Anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

Transectos AP		
Transectos	X	Y
1	646753	2786564
1	647873	2786563
2	646789	2786513
2	648057	2786505
3	646788	2786461
3	648135	2786459
4	646691	2786411
4	648360	2786406
5	646657	2786359
5	648458	2786349
6	646638	2786309
6	648592	2786307
7	646594	2786256
7	648724	2786257
8	646572	2786206
8	648824	2786207
9	646539	2786155
9	648947	2786156
10	646519	2786105
10	649062	2786105
11	646489	2786053
11	649178	2786053
12	646457	2786004

Transectos AP		
Transectos	X	Y
12	649308	2785999
13	646499	2785952
13	649399	2785949
14	646500	2785901
14	649536	2785900
15	646555	2785851
15	649633	2785848
16	646550	2785801
16	649626	2785795
17	646556	2785749
17	649649	2785749
18	646788	2785698
18	649648	2785689
19	646597	2785645
19	649637	2785646
20	646621	2785595
20	649641	2785591
21	646642	2785543
21	649638	2785539
22	646592	2785493
22	649648	2785487
23	646480	2785439
23	649640	2785437

CONSULTA PÚBLICA

Transectos AP		
Transectos	X	Y
24	646343	2785389
24	649644	2785386
25	646223	2785335
25	649650	2785336
26	646187	2785285
26	649634	2785284
27	646164	2785234
27	649648	2785235
28	646134	2785181
28	649652	2785182
29	646099	2785130
29	649641	2785133
30	646061	2785080
30	649653	2785082
31	646041	2785030
31	649642	2785030
32	646010	2784974
32	649644	2784978
33	645976	2784921
33	649645	2784931
34	645962	2784868
34	649643	2784880
35	645962	2784818
35	649649	2784829
36	645958	2784768
36	649650	2784775
37	645969	2784714
37	649640	2784725

Transectos AP		
Transectos	X	Y
38	645961	2784663
38	649637	2784675
39	645965	2784610
39	649641	2784628
40	645955	2784558
40	649639	2784574
41	645960	2784508
41	649641	2784526
42	645614	2784451
42	649638	2784472
43	645611	2784406
43	649626	2784423
44	645603	2784349
44	649638	2784374
45	645608	2784302
45	649638	2784320
46	645601	2784244
46	649635	2784273
47	645613	2784196
47	649635	2784220
48	645605	2784140
48	649635	2784173
49	645596	2784091
49	649648	2784123
50	645651	2784039
50	649647	2784071
51	645753	2783994
51	649631	2784020

CONSULTA PÚBLICA

Transectos AP		
Transectos	X	Y
52	645847	2783940
52	648995	2783963
53	645940	2783895
53	648995	2783916
54	646071	2783842
54	648991	2783864
55	647303	2783801
55	649005	2783812
56	647282	2783752
56	649009	2783761
57	647284	2783699
57	649004	2783707
58	647287	2783648
58	648712	2783655
59	647286	2783598
59	648710	2783604
60	647285	2783549
60	648708	2783554
61	647289	2783497
61	648711	2783502
62	647284	2783443
62	648709	2783450
63	647285	2783389
63	648710	2783401
64	647286	2783337
64	648707	2783348
65	647281	2783283
65	648710	2783298

Transectos AP		
Transectos	X	Y
66	647281	2783235
66	648710	2783248
67	647414	2783183
67	648706	2783196
68	647511	2783136
68	648710	2783143
69	647619	2783083
69	648707	2783095
70	647948	2783037
70	648707	2783045
71	649303	2783459
71	648999	2783063
72	648960	2783097
72	649257	2783482
73	648920	2783128
73	649218	2783516
74	648882	2783159
74	649180	2783548
75	648842	2783190
75	649138	2783578
76	649254	2783617
76	649291	2783665
76	649398	2783582
77	649445	2783639
77	649582	2783819
78	649406	2783670
78	649542	2783848
79	648939	2783093

CONSULTA PÚBLICA

Transectos AP		
Transectos	X	Y
79	648731	2783095
80	648732	2783144
80	648857	2783146
81	648724	2783195
81	648808	2783195
82	648766	2783359
82	649237	2783990
83	648781	2783242
83	649324	2783957
84	648736	2783498
84	648870	2783675
85	649034	2783873
85	649126	2783992
86	649364	2783698
86	649502	2783878
87	651661	2784992
87	649038	2782414
88	651617	2785016
88	648988	2782440
89	648951	2782482
89	651544	2785009
90	648894	2782491
90	651505	2785049
91	648841	2782503
91	651433	2785059
92	648791	2782513
92	651382	2785082
93	651326	2785097

Transectos AP		
Transectos	X	Y
93	648755	2782557
94	648689	2782571
94	651296	2785143
95	648640	2782602
95	651229	2785147
96	651178	2785162
96	648591	2782621
97	651133	2785194
97	649360	2783439
98	651077	2785217
98	649592	2783738
99	651028	2785244
99	649687	2783903
100	650979	2785266
100	649687	2783980
101	650923	2785281
101	649691	2784063
102	650878	2785298
102	649684	2784126
103	650815	2785316
103	649677	2784187
104	650770	2785338
104	649673	2784264
105	650721	2785360
105	649668	2784327
106	650667	2785391
106	649682	2784431
107	650612	2785422

CONSULTA PÚBLICA

Transectos AP		
Transectos	X	Y
107	649672	2784506
108	650548	2785443
108	649695	2784612
109	650477	2785470
109	649697	2784711
110	650428	2785495
110	649709	2784810
111	650372	2785526
111	649685	2784874
112	650303	2785557
112	649701	2784988
113	650237	2785581
113	649698	2785078
114	650169	2785612
114	649694	2785167
115	650095	2785639
115	649691	2785265
116	650020	2785674
116	649684	2785361
117	649940	2785704
117	649680	2785462
118	649683	2785568
118	649873	2785744
119	649677	2785658
119	649814	2785782
120	649670	2785742
120	649744	2785807
121	646394	2783706

Transectos AP		
Transectos	X	Y
121	647222	2783686
122	646478	2783660
122	647212	2783629
123	646603	2783604
123	647232	2783574
124	646698	2783552
124	647254	2783526
125	646791	2783492
125	647252	2783450
126	646980	2783409
126	647256	2783377
127	647889	2782984
127	648876	2782989
128	647929	2782937
128	648849	2782944
129	648039	2782890
129	648793	2782892
130	648750	2782839
130	648140	2782846
131	648698	2782791
131	648215	2782803
132	648614	2782732
132	648346	2782746
133	648584	2782674
133	648458	2782684
134	645666	2784530
134	646414	2785909
135	645725	2784499

CONSULTA PÚBLICA

Transectos AP		
Transectos	X	Y
135	646456	2785852
136	646337	2785449
136	646503	2785760
137	646465	2785497
137	646550	2785661
138	645813	2784497
138	645923	2784703
139	645519	2784120
139	645549	2784316
140	646971	2786968
140	647734	2786639
141	646955	2786906
141	647573	2786635
142	646926	2786844
142	647369	2786647
143	646889	2786784
143	647224	2786629
144	646858	2786718
144	647061	2786621

CONSULTA PÚBLICA

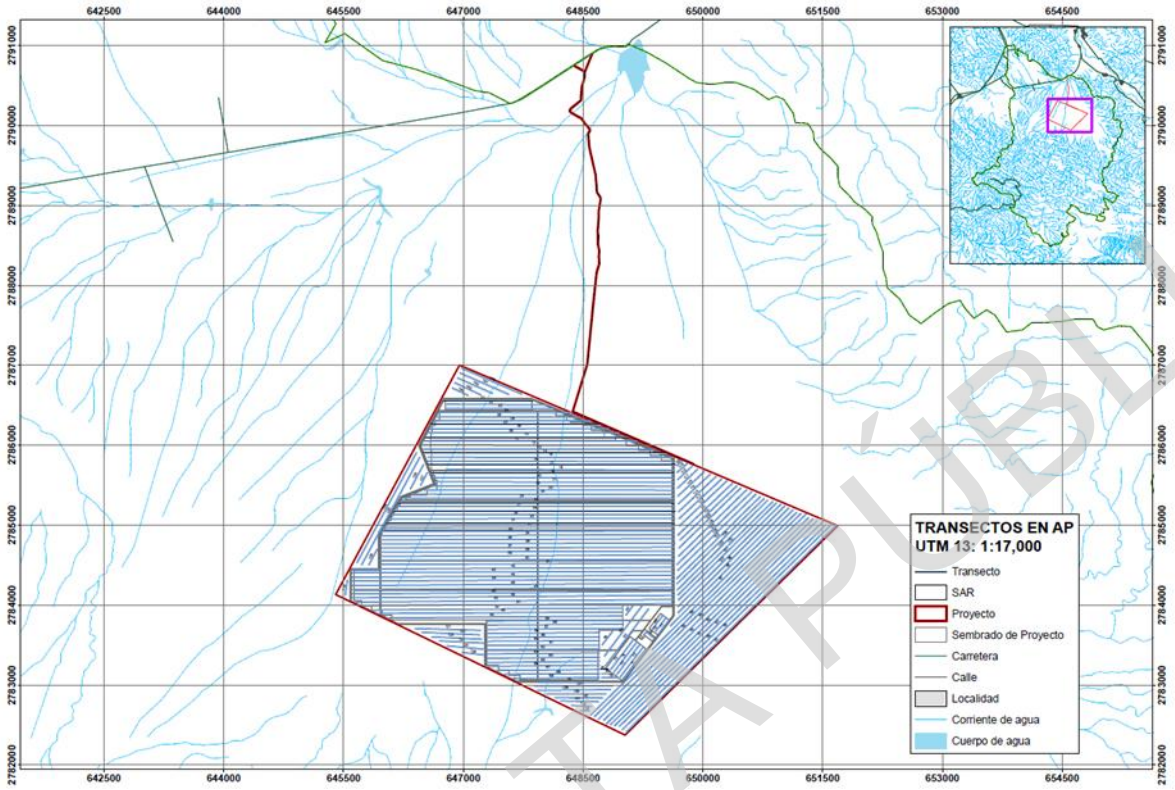


Figura III.32. Transectos de fauna en el AP.

Fuente: Obtenido a partir del trabajo de campo (para mayor referencia, se incluye el mapa en el Anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

Metodología de muestreo

A continuación, se describen los métodos de muestreo empleados para cada grupo faunístico.

Anfibios y reptiles

Para determinar la riqueza y composición taxonómica de estos grupos faunísticos, se usó el método de búsqueda no restringida, el cual consiste en efectuar caminatas diurnas o en horarios crepusculares en busca de ejemplares de interés, pero sin que existan mayores reglas para la búsqueda (excepto buscar en todos los lugares posibles), pudiendo aportar información de manera relativamente rápida acerca de la riqueza de especies y su abundancia relativa en el área muestreada. Mediante este método se registraron aquellas áreas que pudieran representar un hábitat potencial de refugio para los anfibios y reptiles, documentándose estos grupos por observación directa o indirecta (principalmente huellas), para evitar implementar técnicas de captura.

CONSULTA PÚBLICA

Aves

Este grupo biológico fue muestreado mediante el método de puntos de conteo de radio de 25 m (50 m diámetro). El método de puntos de conteo de radio fijo consistió en establecer puntos para detectar de manera visual o auditiva a las aves, durante 5 a 10 minutos, con una distancia mínima de 150 m entre cada punto, para evitar contabilizar dos veces a los mismos individuos y mantener la independencia de los datos. De acuerdo con los transectos antes mencionados, en cada uno de ellos, se ubicaron puntos de conteo de radio fijo; el primero de ellos se estableció a 100 m del inicio de cada transecto (ver figura siguiente).

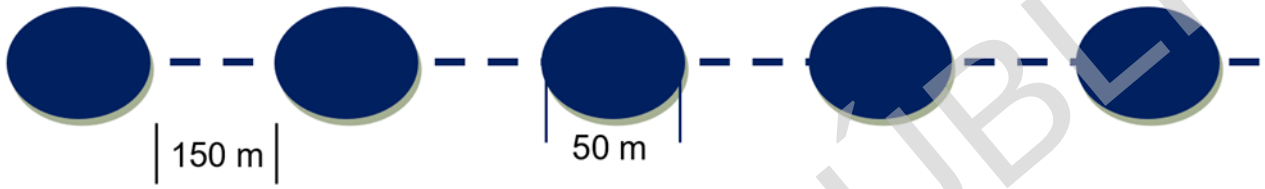


Figura III.33. Diagrama ilustrativo del método de puntos de conteo.

Fuente: Obtenido a partir del trabajo de campo.

El método de muestreo de radio fijo se aplica durante las horas crepusculares y antes del mediodía, con la finalidad de cubrir una mayor cantidad de especies con diferentes hábitos. De igual forma, en la distribución de los transectos, se considera su localización dentro de la vegetación, en espacios abiertos y en las orillas de la comunidad, para aprovechar el efecto borde y obtener así una mayor cobertura. El observador debe acceder al punto de conteo causando el mínimo de perturbación a las aves y debe comenzar a contar tan pronto como llegue al punto.

Para su observación se utilizaron binoculares y cámaras fotográficas, mientras que para el registro de datos se utilizó un formato, reloj y un mapa satelital de la zona con el que se verificó en campo la distancia mínima de 150 m entre cada punto de conteo. Para la determinación de las especies de aves, se utilizaron las guías de campo

Mamíferos

La presencia de este grupo fue determinada mediante observaciones directas e indirectas (identificación de huellas y excretas), con la finalidad de evitar implementar técnicas de captura. Para lo anterior, a través de los transectos establecidos, se llevaron a cabo recorridos en las horas del crepúsculo y antes del mediodía. Para el conteo se recorrieron los transectos en búsqueda de dichos rastros. Cuando se trata de huellas se consideró su tamaño y forma, y en el caso de las excretas se consideró su tamaño, forma, color, constitución, presencia de pelos, fragmentos de huesos, si están constituidas por material vegetal o una combinación de material vegetal y animal. La determinación de las especies y sus rastros se realizó con apoyo de guías de campo especializadas.

CONSULTA PÚBLICA

Conforme a lo anterior, si bien, la técnica de muestreo para los mamíferos incluyó la búsqueda de todos los grupos de mamíferos, no fueron registrados murciélagos, debido a la ausencia de refugios dentro de la RE-AI y AP, la disponibilidad de alimentos que no se observó durante el muestreo, y a las características propias de las especies (*i.e.*, especies migratorias o en hibernación).

Los métodos de muestreos fueron no extractivos, por lo que se consideró la observación directa e indirecta (identificación de huellas y excretas; para evitar implementar técnicas de captura) de las especies dentro de la RE-AI y AP, siendo importante mencionar que este método de muestreo ha sido satisfactorio para el registro directo e indirecto, según la literatura[2]. Específicamente para los mamíferos, el método de muestreo empleado comprendió el rastreo de todas las especies de mamíferos, tanto terrestres como voladores (grupo donde se encuentran los quirópteros), por lo cual se realizó la exploración de huecos o fisuras de los árboles o arbustos, y la búsqueda de oquedades o cavidades subterráneas naturales y artificiales, o cualquier otro registro indirecto que pudiera dar indicios de su presencia, como la acumulación de excretas que permitieran identificar sitios de refugio, descanso o hibernación[3]. Lo anterior, dado que la literatura refiere que los murciélagos pasan más de la mitad de su vida dependiendo de sus refugios (ver Anexo ,[4, 5]).

Los recorridos dentro de los transectos establecidos en la RE-AI y AP, se realizaron en las horas crepusculares y en la mañana antes del mediodía, que son considerados los principales periodos de actividad de los quirópteros[6]. Los recorridos permitieron reconocer las condiciones del AP donde no se identificaron cuerpos de agua o plantas en floración (*e.g.* cactáceas o agaváceas) que pudieran proveer de alimentación durante los muestreos.

En complemento al muestreo realizado a principios de año, realizó un segundo muestreo enfocado en la identificación de murciélagos dentro del AP y RE-AI durante el 26 y 28 de noviembre, se utilizó el método de grabación en punto fijo para detectar la presencia de quirópteros de manera no extractiva. Esta técnica se escogió una vez que la ausencia de cuerpos de agua o de cavernas accesibles limita la efectividad del muestreo con redes de niebla, además de no tener registros indirectos (p.e. excretas). Esta se realizó con ayuda del grabador SM4 Bat detector, el cual funciona con un sistema de grabación ultrasónico que fue ajustado para grabar entre los 19 khz-500khz, también se utilizó el micrófono SMU2, que tiene un rango de sensibilidad de un radio aproximado de 30 m. Los muestreos se realizaron en un punto al azar dentro del área del proyecto, y un punto al interior del RE-AI-AI, los cuales se presentan en la siguiente tabla.

[2] Carrillo, E., C. Wong y A. D. Cuarón. 2000. Monitoring mammal populations in Costa Rican protected areas under different huntting restrictions. *Conservation Biology, 14* (6): 1580-1891.
Chiriví-Henriquez, Adelaida. 2006. Evaluación de técnicas de campo para el monitoreo de fauna cinegética en la cuenca del río Valle, Chocó. Bogotá. D.C. 127 p.
Bautista, Z. Francisco; Delfín, G. Hugo; Palacio, P. José L; Delgado, C. María del C. 2004. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. México, D.F. 507 p.

[3] Medellín, R. 2024. ¡Los murciélagos también hibernan! Biólogos de la UNAM documentan 16 especies en bosques de México.

[4] García, R. 2016. Murciélagos y su hábitat. Dpto. de Biología de la Reproducción. UAM-Iztapalapa. CDMX.

[5] Garrido, A. y J. Quetglas. 2005. Rastros y señales de murciélagos ibéricos (Chiroptera). Galemys: Boletín informativo de la Sociedad Española para la conservación y estudio de los mamíferos, ISSN 1137-8700, 17(1-2), 53–62.

[6] Fernández, M. 1997. Los Murciélagos Ecología e Historia Natural. Boletín informativo 1(4).

CONSULTA PÚBLICA

Tabla III.35 Coordenadas del punto de grabación.

ID	Coordenadas UTM WGS84	
AP	648256	2784300
RE-AI-AI	646945	2781621

A continuación, se muestran un par de figuras de lo que se realizó en campo.



Figura III.34 Colocación de SM4 para la detección de mamífero.

CONSULTA PÚBLICA



Figura III.35Aparato SM4 colocado sobre vegetación en el AP.

Análisis de datos

Representatividad de los muestreos

Para evaluar si el esfuerzo de muestreo fue suficiente para tener una muestra representativa de la fauna en la RE, AI y AP, en primer lugar, se elaboró una matriz de presencia/ausencia de especies de cada comunidad (RE-AI o AP), para después procesarlas utilizando el programa EstimateS, del cual se obtienen los valores correspondientes a la riqueza de especies esperada S(est) (desviación estándar), para su posterior procesamiento en el programa de análisis estadístico STATISTICA. A continuación, se presentan las ecuaciones que son necesarias para poder elaborar las curvas de acumulación y su posterior comprobación.

Ecuación de Clench:

$$v2 = (a * v1)/(1 + (b * v1))$$

Ecuaciones de comprobación:

$$C = a/(1 + b * n)\hat{}2$$

$$Pf = Sobs/(\frac{a}{b})$$

$$nq = 1/[b * (1 - q)]$$

CONSULTA PÚBLICA

En donde:

C: comprobación de pendiente (Clench)

Pf: proporción de flora muestreada

nq: esfuerzo de muestreo

a, b: valores obtenidos utilizando la ecuación de Clench.

Sobs: Número de especies registradas en el estrato a analizar

q: Porcentaje de fiabilidad deseado (95%)

n: número de sitios de muestreo.

Cabe mencionar que los valores que fueron empleados en el programa Stimates para la estimación de la riqueza de especies, una unidad de esfuerzo de muestreo o muestra (n) se determinó como "un transecto". Es decir, todos los individuos (abundancia) de cada especie (*i.e.*, reptil, ave o mamífero por separado) que fue registrada en un transecto, representaron una muestra (n). El esfuerzo de muestreo o número total de muestras (N) obtenidas para cada grupo faunístico en la RE-AI y en el AP se muestran en la siguiente tabla.

Tabla III.36 . Esfuerzo de muestreo o número de muestras total (N) obtenidas para cada grupo faunístico en la RE-AI o AP.

Grupo faunístico	RE-AI	AP
Reptiles	144	144
Aves	144	144
Mamíferos	144	144

De tal forma, que para cada grupo faunístico en cada sitio de muestreo (RE-AI/ AP), se obtuvo una curva de acumulación de especies.

Riqueza de especies (S)

La Riqueza de especies (S), es el número total de especies en una comunidad biológica particular. La riqueza de especies es la forma más sencilla de medir la biodiversidad entre comunidades. En los resultados de este apartado, mediante un listado se presenta la riqueza de especies (S) de cada grupo faunístico (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) tanto para la RE.-AI como para el AP. En las listas faunísticas se incluyó información sobre su estado de conservación considerando las categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III. Asimismo, se identificó el tipo de distribución (nativa, exótica) y se especificó si las especies son

CONSULTA PÚBLICA

endémicas a México. Finalmente, se incluye una ficha biológica de las especies registradas en el AP y que están bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Diversidad

Otra forma de medir a la diversidad biológica de una comunidad es a través de la combinación de los componentes de riqueza y abundancia concibiéndola como la suma de sus partes. En este trabajo, se obtuvo el índice de diversidad de Shannon-Wiener y Pielou.

El **Índice de Shannon-Wiener**, toma en cuenta la abundancia de cada especie y qué tan uniformemente se encuentran distribuidas. Así, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra sin tener en cuenta la distribución en el espacio. Los valores están entre 1 y 5. Valores menores a 2 significan mayor dominancia, mientras que valores mayores a 3 indican mayor equitatividad. La fórmula se expresa de la siguiente manera:

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} P_i \, (\mathrm{Ln} P_i)$$

Donde:

H' = Heterogeneidad.

S = Número de especies.

Pi = Abundancia relativa.

Ln = Logaritmo natural.

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 y el 0 señala la ausencia de uniformidad.

$$J' = H'/\ln(S).$$

Donde:

H´ max = ln (S)

H´ = índice de diversidad de Shannon-Wiener

Ln (S) = Logaritmo natural del número total de especies existentes.

CONSULTA PÚBLICA

Similitud taxonómica

Para evaluar el cambio en la composición taxonómica de cada grupo faunístico registrado en la RE-AI y el AP, se realizó un análisis de similitud, a partir de los datos de presencia-ausencia de las especies de cada comunidad faunística registrada en el RE-AI y AP. Se calculó el coeficiente cualitativo de similitud de Jaccard: CJ = c/a+b-c, donde a = número de especies presentes en el sitio A; b = número de especies presente en el sitio B; y, c = número de especies presentes en ambos sitios A y B. El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambas comunidades, hasta 1 cuando las dos comunidades tienen la misma composición de especies. La similitud se expresó en porcentaje (0 a 100%). Para el grupo de anfibios no fue posible realizar un análisis de similitud taxonómico, debido a que no se obtuvieron registros de este grupo.

Resultados de los muestreos

Listado potencial de fauna

El listado potencial de fauna que podría presentarse en la RE-AI y AP, incluye 316 especies: seis de anfibios, 46 de reptiles, 190 de aves y 74 de mamíferos. La lista de especies de fauna se puede consultar en el anexo del Capítulo III, Apartado Biótico. Cabe mencionar, que esta lista de especies no es exclusiva de la RE-AI, ya que su distribución va más allá de tales límites.

Como se puede ver de las listas de especies que potencialmente se distribuyen en la RE-AI y AP (para mayor referencia, ver anexo del Capítulo III, Apartado Biótico), la mayor parte de ellas (267 especies = 84.5%) no están incluidas en alguna de las categorías de riesgo de la NOM-059-2010. No obstante, en la categoría de Protección especial hay 26 especies (8.23%), mientras que, en la categoría de Amenazada hay 22 especies (6.96%) y una especie en peligro de extinción. Del total de especies que tienen el potencial de distribuirse en la RE-AI (316), 14 son endémicas, 314 son nativas y dos exóticas a México; sin embargo, la mejor referencia de la fauna presente fue a través del trabajo de campo.

Representatividad de los muestreos

A continuación, se describe si el esfuerzo de muestreo (número total de muestras N) fue suficiente para tener una muestra representativa de cada grupo faunístico en la RE-AI.

CONSULTA PÚBLICA

Región Ecológica y Área de Influencia (RE-AI)

Reptiles

La curva de acumulación de especies muestra una tendencia a alcanzar su asíntota (figura siguiente). Según el modelo de Clench la riqueza estimada de especies de reptiles es de 4.11 para la RE-AI. De esta manera, la riqueza observada (4 especies) a través de los muestreos de campo representa el 97.27% de las especies estimadas con dicha ecuación. Asimismo, el parámetro (q=0.95) obtenido por el ajuste de la ecuación de Clench, indica que, si se desea hacer un esfuerzo adicional para registrar el 95% de las especies de la RE-AI, se deberían obtener 84.15 muestras, pero finalmente, la pendiente de la curva es de 0.0099, lo cual muestra que los muestreos son altamente fiables (tabla siguiente).

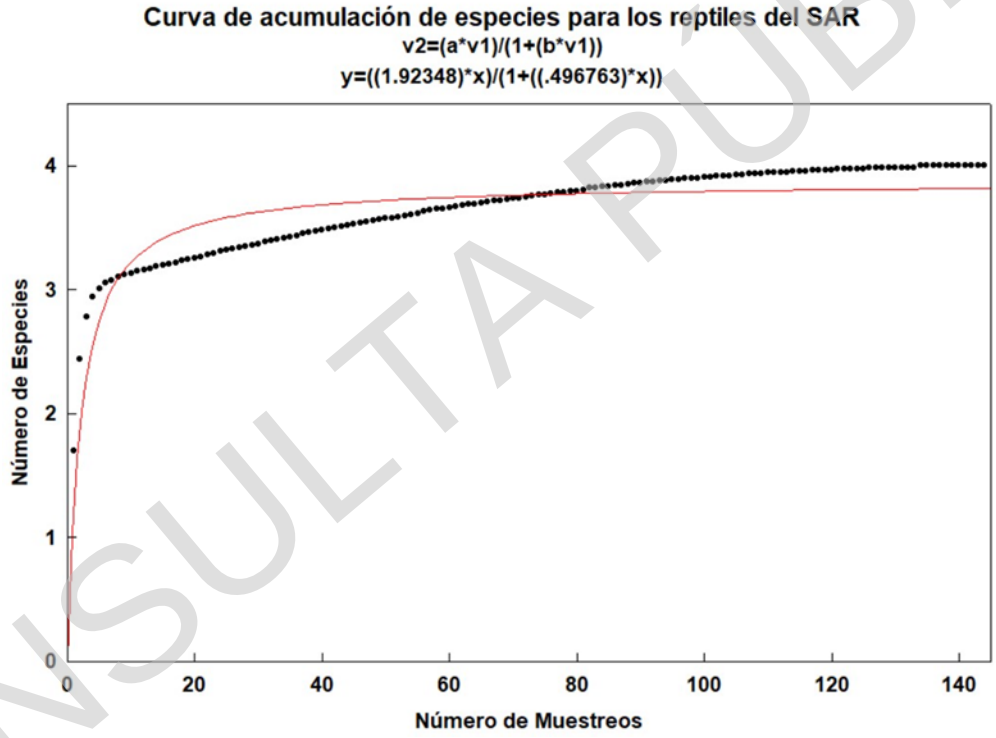


Figura III.36. Curva de acumulación de reptiles en la RE-AI.

Fuente: Elaborada a partir de los registros obtenidos en los 144 transectos de muestreo en la RE-AI (para mayor referencia, se incluye curva de acumulación de especies en el anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

CONSULTA PÚBLICA

Aves

La curva de acumulación de especies muestra una asíntota bien definida (figura siguiente). Según el modelo de Clench la riqueza estimada de especies de aves es de 46.46 para la RE_AI. De esta manera, la riqueza observada (48 especies) a través de los muestreos de campo representa el 103.31% de las especies estimadas con dicha ecuación. Asimismo, el parámetro (q=0.95) obtenido por el ajuste de la ecuación de Clench, indica que, si se desea hacer un esfuerzo adicional para registrar el 95% de las especies de la RE_AI, se deberían obtener 38.25 muestras. Finalmente, la pendiente de la curva es de 0.0004, lo cual indica que se ha logrado un inventario bastante completo y altamente fiable (tabla siguiente).

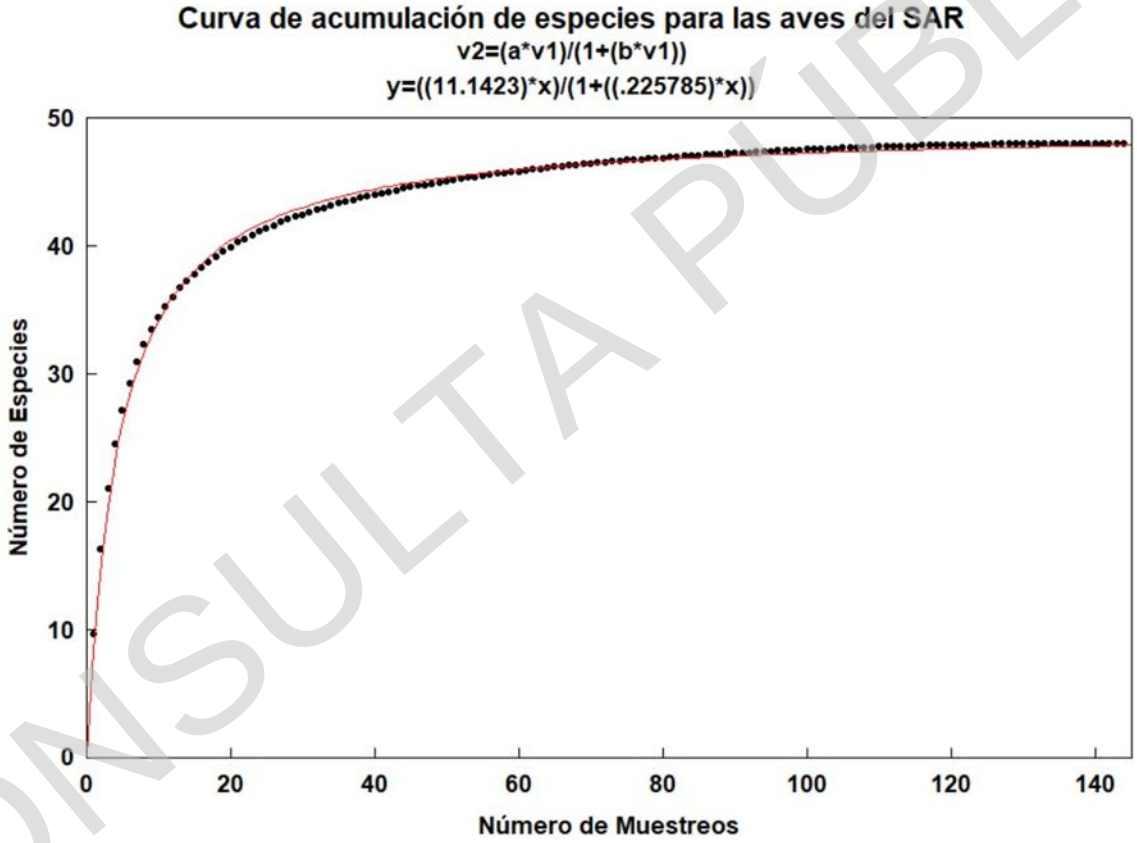


Figura III.37. Curva de acumulación de aves en la RE-AI.

Fuente: Elaborada a partir de los registros obtenidos en los 144 transectos de muestreo en la RE_AI (para mayor referencia, se incluye curva de acumulación de especies en el anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

CONSULTA PÚBLICA

Mamíferos

La curva de acumulación de especies muestra una asíntota bien definida (figura siguiente). Según el modelo de Clench la riqueza estimada de especies de mamíferos es de 7.13 para la RE-AI. De esta manera, la riqueza observada (7 especies) a través de los muestreos de campo representa el 98.22% de las especies estimadas con dicha ecuación. Asimismo, el parámetro (q=0.95) obtenido por el ajuste de la ecuación de Clench, indica que, si se desea hacer un esfuerzo adicional para registrar el 95% de las especies de la RE_AI, se deberían obtener 70.18 muestras. Finalmente, la pendiente de la curva es de 0.0012, lo cual indica que se ha logrado un inventario bastante completo y altamente fiable (tabla siguiente).

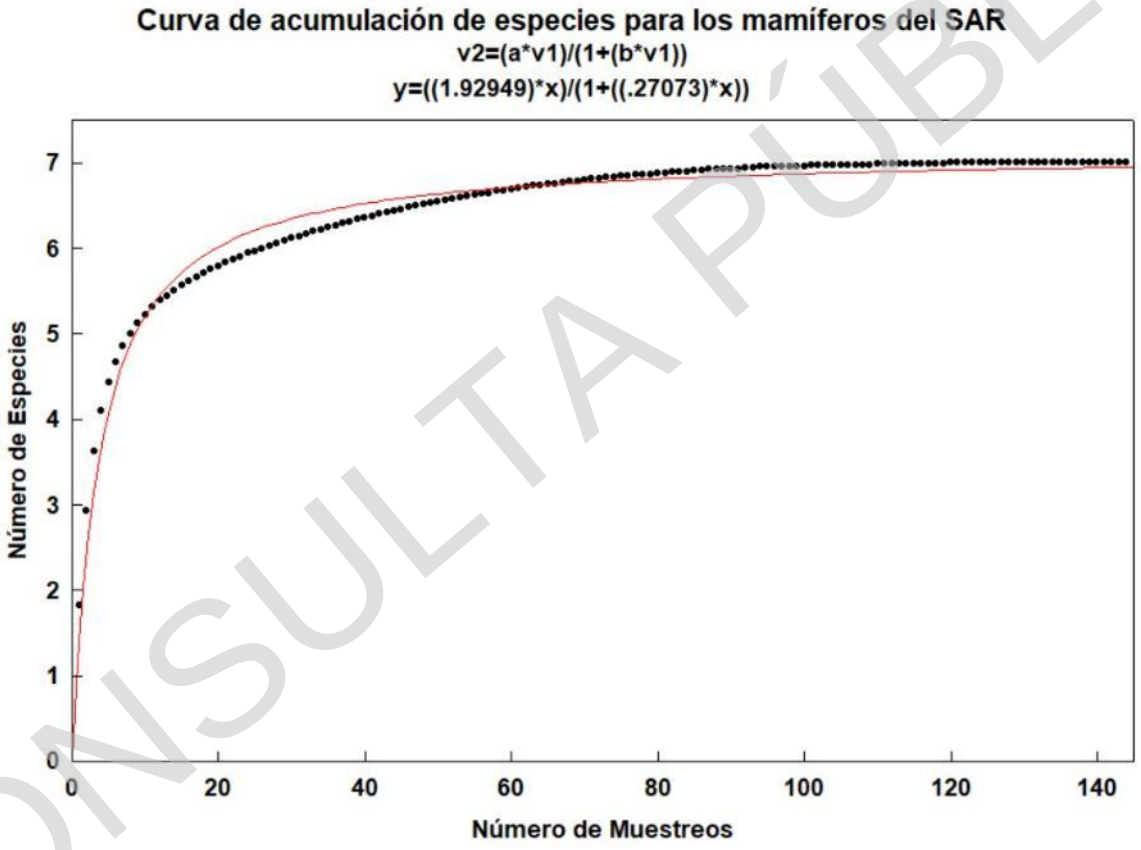


Figura III.38. Curva de acumulación de mamíferos en la RE-AI.

Fuente: Elaborada a partir de los registros obtenidos en los 144 transectos de muestreo en la RE-AI (para mayor referencia, se incluye curva de acumulación de especies en el anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

CONSULTA PÚBLICA

Tabla III.37. Riqueza de especies observada (S_{obs}), riqueza de especies estimada (S_{est}), proporción de fauna por grupo taxonómico registrada y esfuerzo de muestreo necesario para registrar el 95% de fauna (q=0.95) en la RE-AI (para mayor referencia, se incluyen análisis de representatividad de especies en el Anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

Sistema Ambiental Regional	Variable				Proporción de fauna registrada (%)	Esfuerzo de Muestreo	Pendiente de curva / Clench	S_{est}
	a	b	S_{obs}	q				
Reptiles	11.1423	0.2258	4	0.95	97.27%	84.15	0.0099	4.11
Aves	1.9235	0.4968	48	0.95	103.31%	38.25	0.0004	46.46
Mamíferos	1.9295	0.2707	7	0.95	98.22%	70.18	0.0012	7.13

Área del Proyecto (AP)

A continuación, se describe si el esfuerzo de muestreo (número total de muestras N) fue suficiente para tener una muestra representativa de cada grupo faunístico en el AP.

Reptiles

La curva de acumulación de especies muestra una asíntota bien definida (figura siguiente). Según el modelo de Clench la riqueza estimada de especies de reptiles es de 3.03 para el AP. De esta manera, la riqueza observada (3 especies) a través de los muestreos de campo representa el 98.99% de las especies estimadas con dicha ecuación. Asimismo, el parámetro (q=0.95) obtenido por el ajuste de la ecuación de Clench, indica que, si se desea hacer un esfuerzo adicional para registrar el 95% de las especies del AP, se deberían obtener 8.36 muestras. Finalmente, la pendiente de la curva es de 0.0001, lo cual indica que se ha logrado un inventario bastante completo y altamente fiable (tabla siguiente).

CONSULTA PÚBLICA

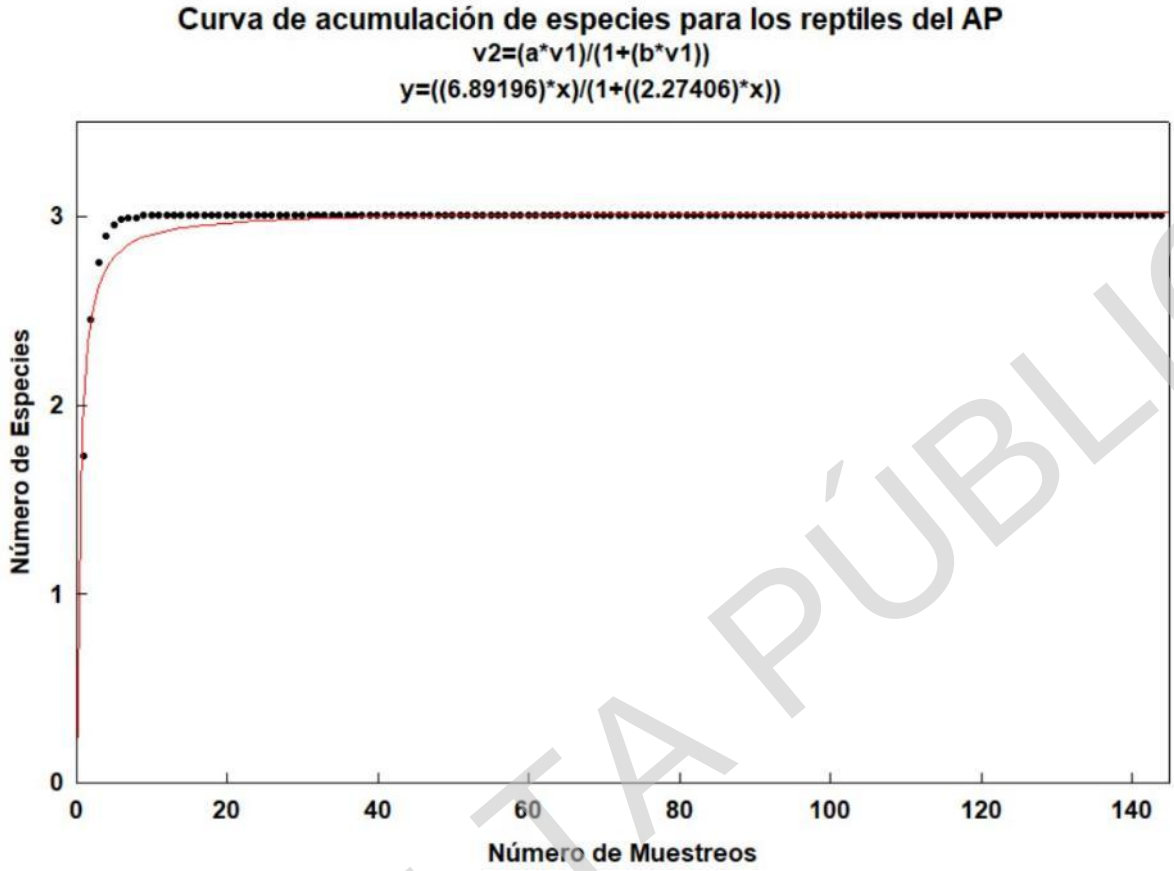


Figura III.39. Curva de acumulación de reptiles en el AP.

Fuente: Elaborada a partir de los registros obtenidos en los 144 transectos de muestreo en el AP (para mayor referencia, se incluye curva de acumulación de especies en el anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

Aves

La curva de acumulación de especies muestra una asíntota bien definida (figura siguiente). Según el modelo de Clench la riqueza estimada de especies de reptiles es de 45.41 para el AP. De esta manera, la riqueza observada (44 especies) a través de los muestreos de campo representa el 96.89% de las especies estimadas con dicha ecuación. Asimismo, el parámetro (q=0.95) obtenido por el ajuste de la ecuación de Clench, indica que, si se desea hacer un esfuerzo adicional para registrar el 95% de las especies del AP, se deberían obtener 80.63 muestras. Finalmente, la pendiente de la curva es de 0.0088, lo cual indica que se ha logrado un inventario bastante completo y altamente fiable (tabla siguiente).

CONSULTA PÚBLICA

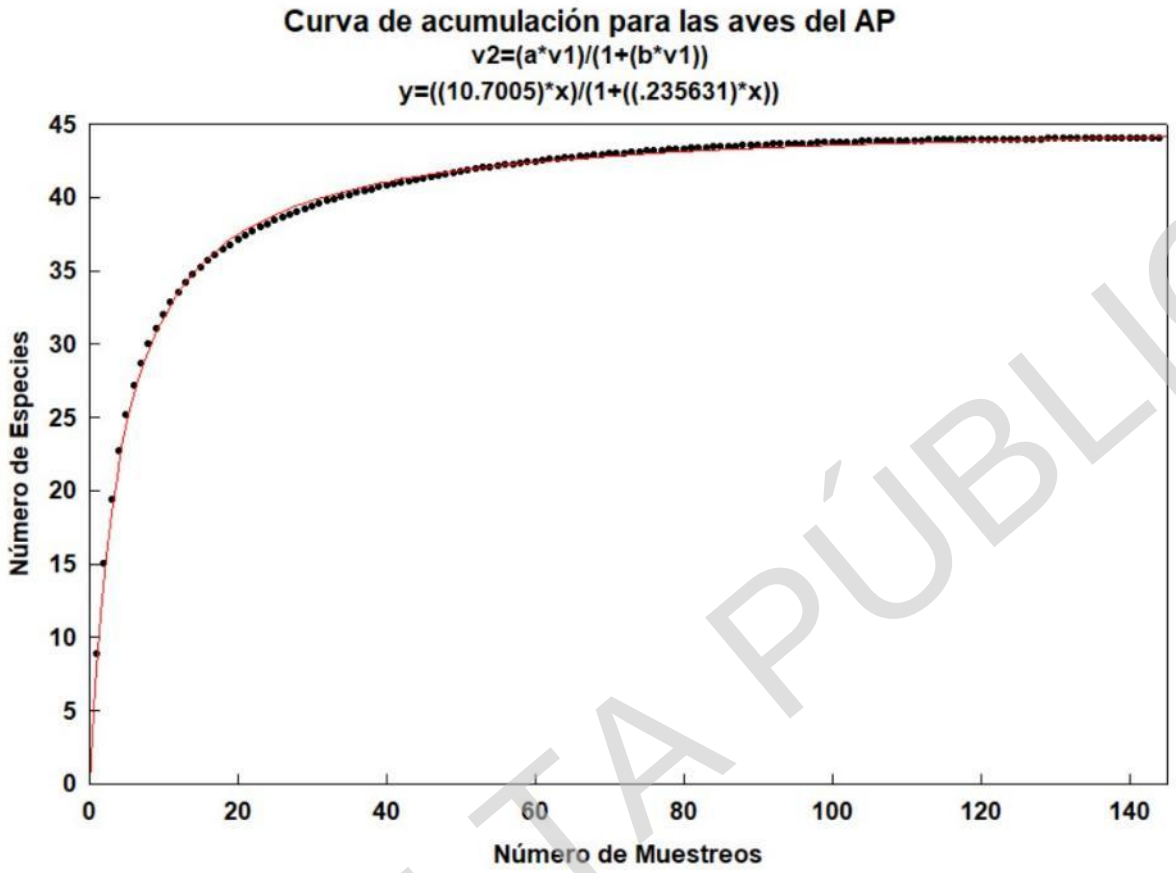


Figura III.40Curva de acumulación de aves en el AP.

Fuente: Elaborada a partir de los registros obtenidos en los 144 transectos de muestreo en el AP (para mayor referencia, se incluye curva de acumulación de especies en el anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

Mamíferos

La curva de acumulación de especies muestra una asíntota bien definida (figura siguiente). Según el modelo de Clench la riqueza estimada de especies de mamíferos es de 5.99 para el AP. De esta manera, la riqueza observada (6 especies) a través de los muestreos de campo representa el 100.09% de las especies estimadas con dicha ecuación. Asimismo, el parámetro (q=0.95) obtenido por el ajuste de la ecuación de Clench, indica que, si se desea hacer un esfuerzo adicional para registrar el 95% de las especies del AP, se deberían obtener 50.14 muestras. Finalmente, la pendiente de la curva es de 0.0007, lo cual indica que se ha logrado un inventario bastante completo y altamente fiable (tabla siguiente).

CONSULTA PÚBLICA

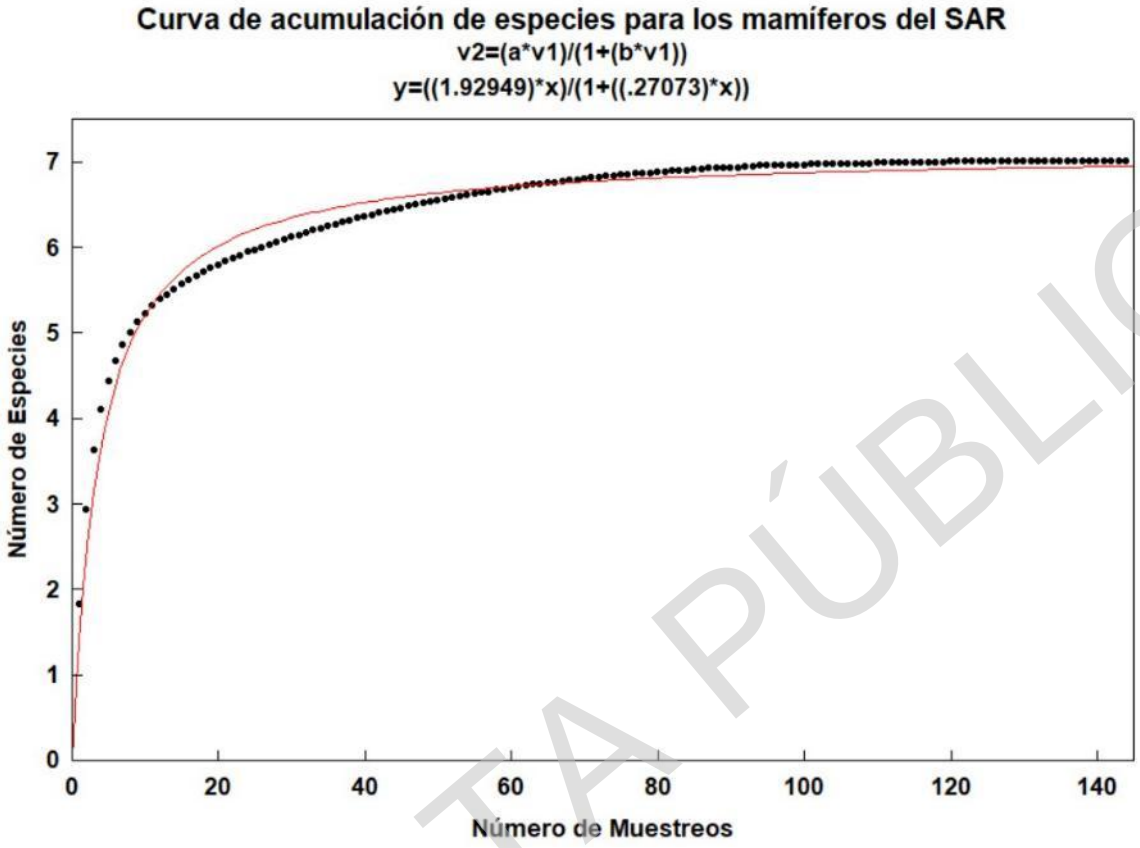


Figura III.41. Curva de acumulación de mamíferos en el AP.

Fuente: Elaborada a partir de los registros obtenidos en los 144 transectos de muestreo en el AP (para mayor referencia, se incluye curva de acumulación de especies en el anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

Tabla III.38. Riqueza de especies observada (S_{obs}), riqueza de especies estimada (S_{est}), proporción de fauna por grupo taxonómico registrada y esfuerzo de muestreo necesario para registrar el 95% de fauna (q=0.95) en el AP (para mayor referencia, se incluyen análisis de representatividad de especies en el Anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

Área del Proyecto	Variable				Proporción de fauna registrada (%)	Esfuerzo de Muestreo	Pendiente de curva / Clench	S_{est}
	a	b	S_{obs}	q				
Reptiles	6.892	2.2741	3	0.95	98.99%	8.36	0.0001	3.03
Aves	10.7005	0.2356	44	0.95	96.89%	80.63	0.0088	45.41
Mamíferos	2.2714	0.3789	6	0.95	100.09%	50.14	0.0007	5.99

CONSULTA PÚBLICA

Discusión de la representatividad de los muestreos

De manera general, los resultados antes descritos sugieren que el esfuerzo de muestreo realizado fue suficiente para tener una muestra representativa (*i.e.,* altamente fiable) de los grupos de reptiles, aves y mamíferos tanto en la RE-AI como en el AP (ver tabla siguiente).

Tabla III.39. Comparación de la proporción de fauna (%) obtenida en cada grupo faunístico en la RE-AI y AP. Ver Anexo 01. Análisis de fauna.

	Proporción de fauna registrada (%)	
Grupo faunístico	**RE-AI**	**AP**
Reptiles	97.2	98.99
Aves	103.3	96.89
Mamíferos	98.22	100.09

No obstante, para el grupo de anfibios, no fue posible obtener registros en las áreas de muestreo, a pesar de observarse en el área algunas zonas con potencial de alojar agua. Esto pudo deberse al tiempo y temporalidad de muestreo, y a la misma movilidad de las especies en caso de haber habido algún individuo activo.

Riqueza de especies (S)

RE-AI

Como resultado de los muestreos faunísticos realizados en la RE-AI, se registraron 59 especies correspondientes a cuatro especies de reptiles, 48 especies de aves y siete especies de mamíferos. No se registraron anfibios (ver tabla siguiente).

De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su anexo Normativo III, del total de especies registradas en la RE-AI, una está bajo la categoría de Amenazada (*Cophosaurus texanus*) y tres están Sujetas a protección especial (*Crotalus scutulatus*, *Buteo swainsoni* y *Parabuteo unincinctus*). De las 59 especies registradas en la RE-AI, 58 son nativas, una exótica y ninguna endémica de México.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla III.40. Número de especies registradas por grupo faunístico en el área de l RE-AI. Fuente: registros obtenidos a través del muestreo de campo (para mayor referencia, se incluye lista de especies en el anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

GRUPO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010	DISTRIBUCIÓN	ENDEMISMO
Reptiles	*Aspidoscelis gularis*	Huico pinto del noreste	No incluida	Nativa	No endémica
Reptiles	*Aspidoscelis inornatus*	Huico liso del altiplano	No incluida	Nativa	No endémica
Reptiles	*Cophosaurus texanus*	Lagartija sorda mayor	Amenazada	Nativa	No endémica
Reptiles	*Crotalus scutulatus*	Cascabel del Altiplano	Sujeta a Protección Especial	Nativa	No endémica
Aves	*Ammodramus savannarum*	Gorrión chapulín	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Amphispiza bilineata*	Zacatonero garganta negra	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Ardea alba*	Garza blanca	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Athene cunicularia*	Tecolote llanero	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Bubo virginianus*	Búho cornudo	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Bubulcus ibis*	Garza ganadera	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Buteo swainsoni*	Aguililla de Swainson	Sujeta a Protección Especial	Nativa	No endémica
Aves	*Callipepla squamata*	Codorniz escamosa	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Cardinalis sinuatus*	Cardenal desértico	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Cathartes aura*	Zopilote aura	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Circus hudsonius*	Gavilán rastrero	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Coragyps atratus*	Zopilote común	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Corvus corax*	Cuervo común	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Elanus leucurus*	Milano cola blanca	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Lanius ludovicianus*	Verdugo americano	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	No incluida	Nativa	No endémica

CONSULTA PÚBLICA

GRUPO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010	DISTRIBUCIÓN	ENDEMISMO
Aves	*Melozone fusca*	Rascador viejita	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Mimus polyglottos*	Centzontle norteño	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Molothrus aeneus*	Tordo ojos rojos	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Molothrus ater*	Tordo cabeza café	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Parabuteo unicinctus*	Aguililla rojinegra	Sujeta a Protección Especial	Nativa	No endémica
Aves	*Passerculus sandwichensis*	Gorrión sabanero	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Passerina caerulea*	Picogordo azul	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Pooecetes gramineus*	Gorrión cola blanca	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Sayornis phoebe*	Papamoscas fibí	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Sayornis saya*	Papamoscas llanero	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Spinus psaltria*	Jilguerito dominico	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Spizella pallida*	Gorrión pálido	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Spizella passerina*	Gorrión cejas blancas	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Streptopelia decaocto*	Paloma de collar turca	No incluida	Exótica	No endémica
Aves	*Sturnella neglecta*	Pradero del oeste	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche pico curvo	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Tyrannus vociferans*	Tirano chibiú	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Tyto alba*	Lechuza de campanario	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Zenaida macroura*	Huilota común	No incluida	Nativa	No endémica
Mamíferos	*Canis latrans*	Coyote	No incluida	Nativa	No endémica
Mamíferos	*Dicotyles tajacu*	Pecarí de collar	No incluida	Nativa	No endémica
Mamíferos	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	No incluida	Nativa	No endémica
Mamíferos	*Lynx rufus*	Lince Americano	No incluida	Nativa	No endémica
Mamíferos	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	No incluida	Nativa	No endémica
Mamíferos	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	No incluida	Nativa	No endémica
Mamíferos	*Xerospermophilus spilosoma*	Ardillón punteado	No incluida	Nativa	No endémica

CONSULTA PÚBLICA

Como ya se mencionó, en la RE-AI, se registraron cuatro especies de fauna bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su anexo Normativo III (ver siguiente tabla y figura).

Tabla III.41. Especies de fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que fueron registradas en la superficie de la RE-AI.

GRUPO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010
Reptiles	*Cophosaurus texanus*	Lagartija sorda mayor	Amenazada
Reptiles	*Crotalus scutulatus*	Cascabel del Altiplano	Sujeta a Protección Especial
Aves	*Buteo swainsoni*	Aguililla de Swainson	Sujeta a Protección Especial
Aves	*Parabuteo unicinctus*	Aguililla rojinegra	Sujeta a Protección Especial

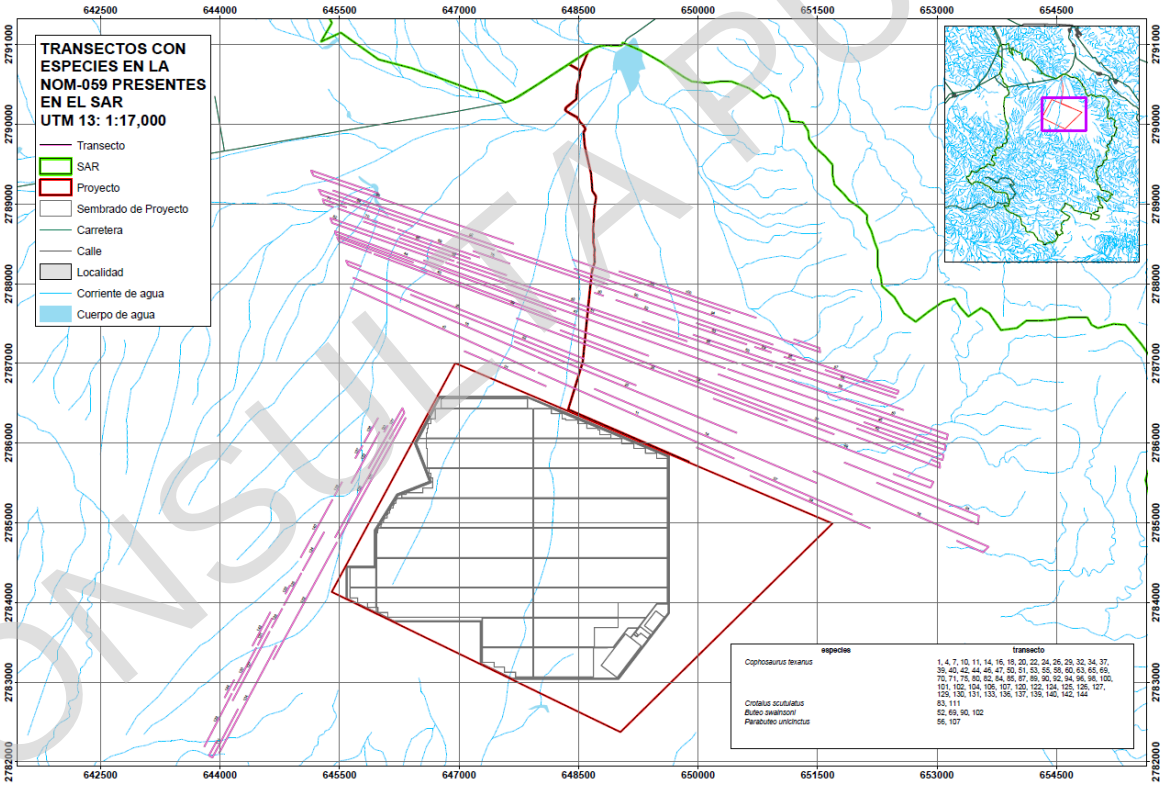


Figura III.42. Transectos de muestreo de fauna realizados en la RE-AI en los que se registraron especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III. Fuente: Elaboración propia (para mayor referencia, se incluye el mapa en el anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

Área del Proyecto (AP)

En cuanto a los muestreos faunísticos realizados en el AP, se registraron 53 especies correspondientes a tres especies de reptiles, 44 especies de aves y seis especies de mamíferos (ver siguiente tabla). Tampoco se

CONSULTA PÚBLICA

registraron anfibios. Del total de especies registradas en el AP, una está en categoría de Amenazada (*Cophosaurus texanus*), y una está Sujeta a protección especial (*Buteo swainsoni*) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su anexo Normativo III. De las 53 especies registradas en el AP, todas son nativas y ninguna de ellas es endémica de México (ver siguiente tabla).

Tabla III.42. Número de especies registradas por grupo faunístico en el área del proyecto.

Fuente: registros obtenidos a través del muestreo de campo. (para mayor referencia, se incluye esta lista de especies en el anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

GRUPO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010	DISTRIBUCIÓN	ENDEMISMO
Reptiles	*Aspidoscelis gularis*	Huico pinto del noreste	No incluida	Nativa	No endémica
Reptiles	*Aspidoscelis inornatus*	Huico liso del altiplano	No incluida	Nativa	No endémica
Reptiles	*Cophosaurus texanus*	Lagartija sorda mayor	Amenazada	Nativa	No endémica
Aves	*Ammodramus savannarum*	Gorrión chapulín	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Amphispiza bilineata*	Zacatonero garganta negra	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Ardea alba*	Garza blanca	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Athene cunicularia*	Tecolote llanero	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Bubulcus ibis*	Garza ganadera	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Buteo swainsoni*	Aguililla de Swainson	Sujeta a Protección Especial	Nativa	No endémica
Aves	*Callipepla squamata*	Codorniz escamosa	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Cardinalis sinuatus*	Cardenal desértico	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Cathartes aura*	Zopilote aura	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Circus hudsonius*	Gavilán rastrero	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Coragyps atratus*	Zopilote común	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Corvus corax*	Cuervo común	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	No incluida	Nativa	No endémica

CONSULTA PÚBLICA

GRUPO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010	DISTRIBUCIÓN	ENDEMISMO
Aves	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Melozone fusca*	Rascador viejita	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Mimus polyglottos*	Centzontle norteño	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Molothrus aeneus*	Tordo ojos rojos	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Molothrus ater*	Tordo cabeza café	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Passerculus sandwichensis*	Gorrión sabanero	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Pooecetes gramineus*	Gorrión cola blanca	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Sayornis phoebe*	Papamoscas fibí	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Sayornis saya*	Papamoscas llanero	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Spinus psaltria*	Jilguerito dominico	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Spizella pallida*	Gorrión pálido	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Spizella passerina*	Gorrión cejas blancas	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Streptopelia decaocto*	Paloma de collar turca	No incluida	Exótica	No endémica
Aves	*Sturnella neglecta*	Pradero del oeste	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche pico curvo	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Tyrannus vociferans*	Tirano chibiú	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Tyto alba*	Lechuza de campanario	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	No incluida	Nativa	No endémica
Aves	*Zenaida macroura*	Huilota común	No incluida	Nativa	No endémica
Mamíferos	*Canis latrans*	Coyote	No incluida	Nativa	No endémica
Mamíferos	*Dicotyles tajacu*	Pecarí de collar	No incluida	Nativa	No endémica
Mamíferos	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	No incluida	Nativa	No endémica
Mamíferos	*Lynx rufus*	Lince Americano	No incluida	Nativa	No endémica
Mamíferos	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	No incluida	Nativa	No endémica
Mamíferos	*Xerospermophilus spilosoma*	Ardillón punteado	No incluida	Nativa	No endémica

CONSULTA PÚBLICA

Como ya se mencionó, en el AP, se registraron dos especies de fauna bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su anexo Normativo III (ver siguiente tabla y figura).

Tabla III.43. Especies de fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que fueron registradas en la superficie del AP.

GRUPO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010
Reptiles	*Cophosaurus texanus*	Lagartija sorda mayor	Amenazada
Aves	*Buteo swainsoni*	Aguililla de Swainson	Sujeta a Protección Especial

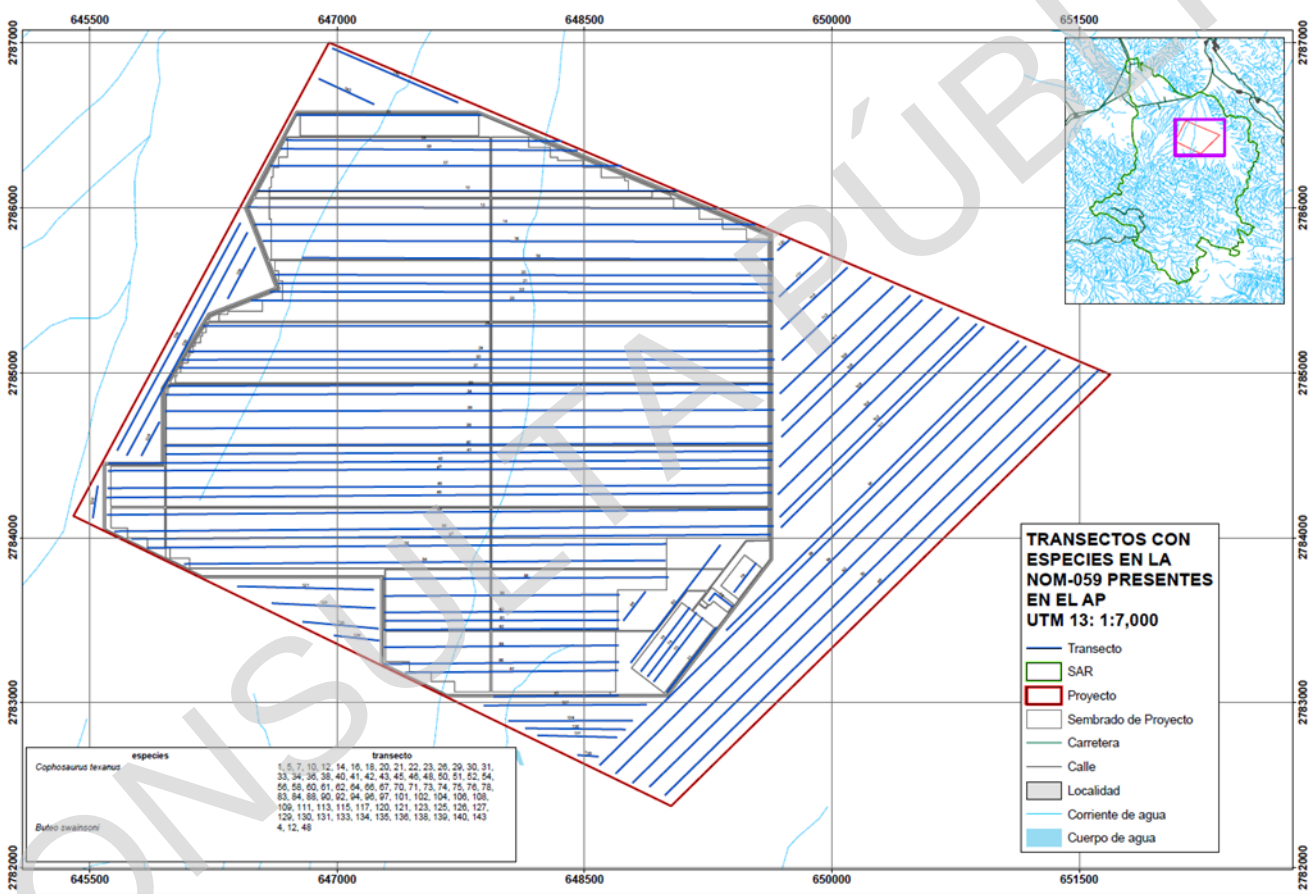


Figura III.43. Transectos de muestreo de fauna realizados en el Área del Proyecto en los que se registraron especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III. Fuente: Elaboración propia (para mayor referencia, se incluye el mapa en el anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

A continuación, se incluyen las fichas biológicas de las especies registradas en el AP que están bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su anexo Normativo III.

CONSULTA PÚBLICA

Nombre Científico: *Cophosaurus texanus* (Troschel, 1852)

Nombre Común: Lagartija sorda mayor.

NOM-059-SEMARNAT-2010: Amenazada

Descripción General

Tamaño moderado, machos más grandes 70 mm desde el hocico hasta la cloaca, hembras alcanzando hasta 63 mm; la cola es 1 1/6 a 1 1/3 de veces la longitud del cuerpo, más larga en machos que en hembras; cuerpo y cola son algo aplanados, extremidades bien desarrolladas con dedos largos; las traseras notablemente más largas que las anteriores y cerca de 7/8 de la longitud hocico-cloaca (ver siguiente figura). El dorso es gris a pardo, algunas veces con un matiz azulado evidente, especialmente a los lados. Machos con puntos rosa, naranja o amarillo esparcidos en el dorso y más prominentes a los lados del cuerpo, pero ausente en la línea medio, cerca de la ingle, hay 2 barras negras o café oscuro diagonales, separadas por un área clara algunas veces amarilla o naranja, y bordeadas por el mismo color. Extremidades con barras oscuras cruzadas débilmente, definidas o uniformes. Se distribuye en la región centro norte de México, en los estados de Sonora, Chihuahua, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas, se encuentran planicies y colinas bajas rocosas del desierto, así como en áreas de cactus, mezquites, ocotillos y palo verde; prefiere sustratos arenosos y gravilla de los márgenes o flujos de arroyos, y corrientes intermitentes con plantas esparcidas y áreas abiertas para correr. Se alimentan de artrópodos. Son ovíparas, las puestas van de 2 a 12 huevos, ocurren entre marzo y agosto.

CONSULTA PÚBLICA



Figura III.44. Lagartija sorda mayor (Cophosaurus texanus).

Fuente: Dockens, P. (2008). Disponible en: <https://www.flickr.com/photos/15174578@N00/2373432117>.

CONSULTA PÚBLICA

Nombre Científico: *Buteo swainsoni*, Bonaparte,1838

Nombre Común: Aguililla de Swainson.

NOM-SEMARNAT-059-2010: Sujeta a Protección Especial.

Descripción general

Es una rapaz grande de alas anchas y largas, franja pectoral conspicua y cola con franjas angostas, puntas de las rémiges oscuras (fase normal). Su peso es aproximadamente de medio kilo. Varía en color desde bastante pálido con vientre blanco hasta completamente marrón. La forma clara es más común, tiene una banda marrón en el pecho que contrasta con la garganta y vientre blancos (ver siguiente figura). En vuelo desde abajo, observa las primarias y secundarias oscuras que contrastan con lo blancuzco de la parte delantera del ala en la forma clara. Se encuentra en praderas y regiones agrícolas del oeste de Estados Unidos y Canadá en los meses cálidos. Pasa el invierno mayormente en Suramérica, con números bajos en tierras bajas del Pacifico en México y Centroamérica. Extremadamente raro en Estados Unidos en invierno. Su dieta varía según la estación; en la temporada reproductiva se alimenta principalmente de mamíferos (conejos, perritos de la pradera y murciélagos, entre otros) mientras que en la temporada no reproductiva se alimenta principalmente de insectos (saltamontes, libélulas, langostas y escarabajos), algunos otros invertebrados, ocasionalmente mamíferos (roedores) y aves.

CONSULTA PUBLICA



Figura III.45. Aguililla de Swainson (Buteo swainsoni)

Fuente: Hochstaedter, F. (2012). Disponible en: < https://www.flickr.com/photos/fredhochstaedter/6974439654/>.

Los resultados del muestreo realizado en noviembre del 2024 evidencian la presencia de una especie representada por tres individuos en el AP, y tres especies con ocho individuos en la RE-AI, teniendo una especie compartida entre el RE-AI y AP.

Tabla III.44 Especies identificadas en la superficie del AP y la RE-AI.

Familia	Especie	Nombre común	AP	RE-AI
Vespertilionidae	*Eptesicus fuscus*	Murciélago moreno norteamericano	0	6
Vespertilionidae	*Lasiurus xanthinus*	Murciélago amarillo del Oeste	3	1
Vespertilionidae	*Myotis californicus*	Murciélago ratón de California	0	1
Total			**3**	**8**

CONSULTA PÚBLICA

Índice de Shannon

Como se puede observar en las siguientes tablas para el Índice de Shannon se obtuvo un valor de diversidad más alto en la RE-AI al presentar un valor de 0.74 considerado como diversidad baja, mientras que en el AP al presentarse una sola especie este arroja un valor de 0.00.

Índice de Pielou

En cuanto al índice de Pielou se obtuvo un valor de 0.00 para el AP al registrarse solo una especie, mientras que para la RE-AI se tiene un valor de 0.67 el cual puede ser considerado como de mediana equitatividad.

Tabla III.45 Índices de Shannon y Pielou para murciélagos en el área del proyecto.

Murciélagos								
Nombre científico	**Nombre común**	**Individuos**	**Densidad Relativa**	**Pi**	**LN**	**(Pi)(LN)**	**Shannon**	**Pielou**
Lasiurus xanthinus	Murciélago amarillo del Oeste	3	100.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0
	Total	**3**	**100.00**	1.00	0.00	0.00	**0.00**	**0**
	Riqueza	**1**				**0.00**	**Diversidad Máxima**	

Tabla III.46 Índices de Shannon y Pielou para murciélagos en la RE-AI.

Murciélagos								
Nombre científico	**Nombre común**	**Individuos**	**Densidad Relativa**	**Pi**	**LN**	**(Pi)(LN)**	**Shannon**	**Pielou**
Eptesicus fuscus	Murciélago moreno norteamericano	6	75.00	0.75	-0.29	-0.22	0.22	0.20
Lasiurus xanthinus	Murciélago amarillo del Oeste	1	12.50	0.13	-2.08	-0.26	0.26	0.24
Myotis californicus	Murciélago ratón de California	1	12.50	0.13	-2.08	-0.26	0.26	0.24
	Total	**8**	**100.00**	1.00	-4.45	-0.74	**0.74**	**0.67**
	Riqueza	**3**				**1.10**	**Diversidad Máxima**	

Como se ha visto anteriormente, la especie registrada en el AP se encuentra también para la RE-AI, dado que son especies que recorren grandes distancias; además, en la RE-AI se registraron otras dos especies, por lo que no se compromete la diversidad en el AP ni en la RE-AI.

Teniendo en cuenta lo anterior, las especies identificadas en campo (también incluidas en el listado potencial de fauna), han sido consideradas para el establecimiento de técnicas de manejo de fauna como parte de las medidas ambientales implementadas durante el desarrollo del proyecto. Independientemente de que no todas las especies del listado potencial fueron registradas en campo, si son consideradas para su rescate y reubicación dentro del Programa de manejo de fauna, donde también se consideran a los mamíferos voladores (*i.e.* quirópteros).

CONSULTA PÚBLICA

En dicho programa también se integra la capacitación del personal para la protección de la fauna, que se describe con detalle en el Capítulo IV de la presente MIA-R.

Discusión

En la RE-AI, se registraron un total de 59 especies: cuatro especies de reptiles, 48 especies de aves y siete especies de mamíferos. Tanto en la RE-AI como en el AP, el grupo faunístico que mayor número de especies registró fue el de las aves, seguido por los grupos de mamíferos y reptiles. Como se puede apreciar en la siguiente figura, el área de la RE-AI registró un mayor número de especies que el AP (ver siguiente figura). Cabe mencionar que todas las especies registradas en el AP también fueron detectadas en la RE-AI. Respecto de las especies en la lista NOM-059-SEMARNAT-2010, se registraron más en la RE-AI que en el AP; sin embargo, las detectadas en el AP (Lagartija sorda mayor: *Cophosaurus texanus*; Aguililla de Swainson: *Buteo swainsoni*) también se observaron en la RE-AI.

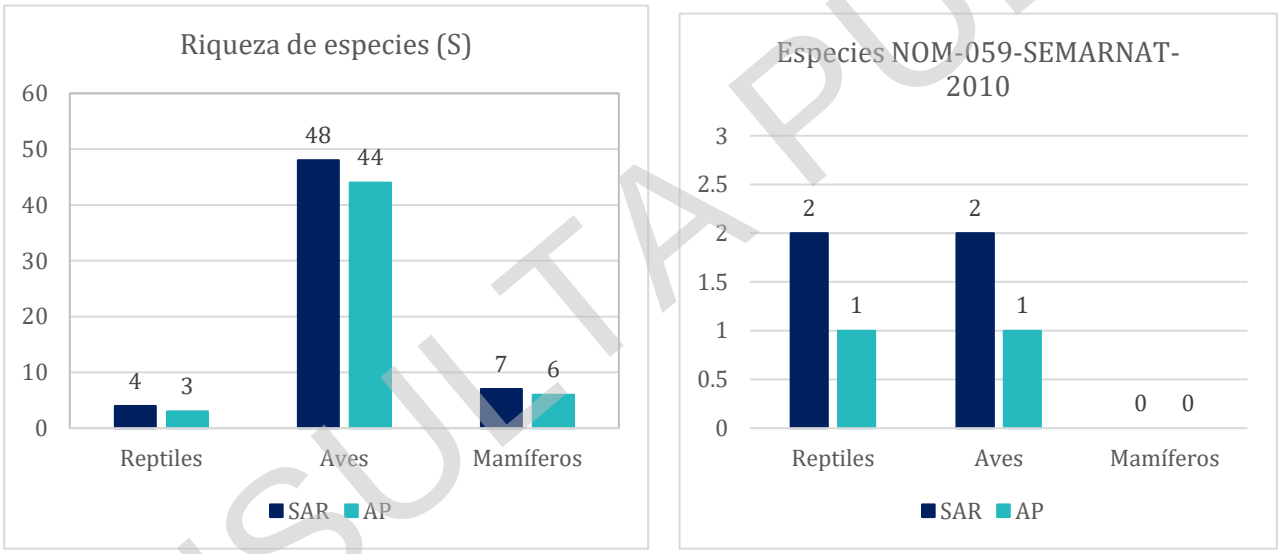


Figura III.46. Número de especies registradas por grupo faunístico en la RE-AI (denominado en la figura como SAR) y AP (izquierda). Derecha: Número de especies en la lista NOM-059-SEMARNAT-2010 en el RE-AI y AP (derecha). Fuente: registros obtenidos a través del muestreo de campo.

Cabe mencionar, que, aunque se detectaron algunos sitios con potencial para albergar agua, no se registraron anfibios en la RE-AI ni en el AP, lo cual pudiera deberse al tiempo o temporalidad de los muestreos (esto, debido a que el objetivo de este estudio es registrar a las especies de fauna presentes en un tiempo y espacio determinado, y no tanto, realizar un monitoreo que muestre los cambios en el tiempo de los diferentes parámetros ecológicos) y la misma movilidad de las especies en caso de haber habido algún individuo activo; además debe considerarse que el AP presenta poca precipitación y alta evaporación. No obstante, se adjuntó el listado potencial de las especies que pudieran tener presencia en la RE, para con ello tener contemplado su inclusión en las medidas de mitigación.

CONSULTA PÚBLICA

Diversidad

RE-AI

Reptiles

Para el grupo de reptiles en la RE-AI, el índice de diversidad de Shannon tuvo un valor de 1.08, lo cual sugiere una baja diversidad. Mientras que para el índice de equidad de Pielou, se obtuvo un valor de 0.78, lo que revela que casi todas las especies de reptiles en la RE-AI son igualmente abundantes (ver tabla siguiente).

Tabla III.47. Reptiles registrados en la RE-AI, así como los diversos parámetros ecológicos obtenidos. Fuente: datos obtenidos a partir del trabajo de campo (para mayor referencia, se incluyen los análisis en el anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad Relativa	Pi	LN	(Pi)(LN)	Shannon	Pielou
Aspidoscelis gularis	Huico pinto del noreste	213	47.12	0.47	-0.75	-0.35	0.35	0.26
Aspidoscelis inornatus	Huico liso del altiplano	112	24.78	0.25	-1.40	-0.35	0.35	0.25
Cophosaurus texanus	Lagartija sorda mayor	125	27.65	0.28	-1.29	-0.36	0.36	0.26
Crotalus scutulatus	Cascabel del Altiplano	2	0.44	0.00	-5.42	-0.02	0.02	0.02
Total		452	100.00	1.00	-8.85	-1.08	1.08	0.78
Riqueza		4				1.39	Diversidad Máxima	

Aves

Para el grupo de aves en la RE-AI, el índice de diversidad de Shannon tuvo un valor de 3.46, indicativo de alta diversidad. Mientras que para el índice de equidad de Pielou, se obtuvo un valor de 0.89, lo que muestra que todas las especies de aves en la RE-AI son igualmente abundantes (ver tabla siguiente).

Tabla III.48. Aves registradas en la RE-AI, así como los diversos parámetros ecológicos obtenidos. Fuente: datos obtenidos a partir del trabajo de campo (para mayor referencia, se incluyen los análisis en el anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad Relativa	Pi	LN	(Pi)(LN)	Shannon	Pielou
Ammodramus savannarum	Gorrión chapulín	132	5.48	0.05	-2.90	-0.16	0.16	0.04
Amphispiza bilineata	Zacatonero garganta negra	126	5.23	0.05	-2.95	-0.15	0.15	0.04
Ardea alba	Garza blanca	3	0.12	0.00	-6.69	-0.01	0.01	0.00
Athene cunicularia	Tecolote llanero	22	0.91	0.01	-4.70	-0.04	0.04	0.01
Bubo virginianus	Búho cornudo	2	0.08	0.00	-7.09	-0.01	0.01	0.00
Bubulcus ibis	Garza ganadera	12	0.50	0.00	-5.30	-0.03	0.03	0.01
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	10	0.41	0.00	-5.48	-0.02	0.02	0.01
Buteo swainsoni	Aguililla de Swainson	7	0.29	0.00	-5.84	-0.02	0.02	0.00
Callipepla squamata	Codorniz escamosa	35	1.45	0.01	-4.23	-0.06	0.06	0.02

CONSULTA PÚBLICA

Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad Relativa	Pi	LN	(Pi)(LN)	Shannon	Pielou
Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca del desierto	77	3.20	0.03	-3.44	-0.11	0.11	0.03
Cardinalis cardinalis	Cardenal rojo	7	0.29	0.00	-5.84	-0.02	0.02	0.00
Cardinalis sinuatus	Cardenal desértico	6	0.25	0.00	-6.00	-0.01	0.01	0.00
Cathartes aura	Zopilote aura	85	3.53	0.04	-3.34	-0.12	0.12	0.03
Charadrius vociferus	Chorlo tildío	54	2.24	0.02	-3.80	-0.09	0.09	0.02
Circus hudsonius	Gavilán rastrero	2	0.08	0.00	-7.09	-0.01	0.01	0.00
Columbina inca	Tortolita cola larga	106	4.40	0.04	-3.12	-0.14	0.14	0.04
Coragyps atratus	Zopilote común	51	2.12	0.02	-3.86	-0.08	0.08	0.02
Corvus corax	Cuervo común	39	1.62	0.02	-4.12	-0.07	0.07	0.02
Elanus leucurus	Milano cola blanca	2	0.08	0.00	-7.09	-0.01	0.01	0.00
Falco sparverius	Cernícalo americano	87	3.61	0.04	-3.32	-0.12	0.12	0.03
Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	9	0.37	0.00	-5.59	-0.02	0.02	0.01
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	171	7.10	0.07	-2.65	-0.19	0.19	0.05
Hirundo rustica	Golondrina tijereta	151	6.27	0.06	-2.77	-0.17	0.17	0.04
Lanius ludovicianus	Verdugo americano	78	3.24	0.03	-3.43	-0.11	0.11	0.03
Melanerpes aurifrons	Carpintero cheje	13	0.54	0.01	-5.22	-0.03	0.03	0.01
Melozone fusca	Rascador viejita	62	2.57	0.03	-3.66	-0.09	0.09	0.02
Mimus polyglottos	Centzontle norteño	32	1.33	0.01	-4.32	-0.06	0.06	0.01
Molothrus aeneus	Tordo ojos rojos	31	1.29	0.01	-4.35	-0.06	0.06	0.01
Molothrus ater	Tordo cabeza café	21	0.87	0.01	-4.74	-0.04	0.04	0.01
Parabuteo unicinctus	Aguililla rojinegra	7	0.29	0.00	-5.84	-0.02	0.02	0.00
Passerculus sandwichensis	Gorrión sabanero	88	3.65	0.04	-3.31	-0.12	0.12	0.03
Passerina caerulea	Picogordo azul	5	0.21	0.00	-6.18	-0.01	0.01	0.00
Polioptila caerulea	Perlita azulgris	91	3.78	0.04	-3.28	-0.12	0.12	0.03
Pooecetes gramineus	Gorrión cola blanca	86	3.57	0.04	-3.33	-0.12	0.12	0.03
Pyrocephalus rubinus	Papamoscas cardenalito	18	0.75	0.01	-4.90	-0.04	0.04	0.01
Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	54	2.24	0.02	-3.80	-0.09	0.09	0.02
Sayornis phoebe	Papamoscas fibí	24	1.00	0.01	-4.61	-0.05	0.05	0.01
Sayornis saya	Papamoscas llanero	21	0.87	0.01	-4.74	-0.04	0.04	0.01
Spinus psaltria	Jilguerito dominico	35	1.45	0.01	-4.23	-0.06	0.06	0.02
Spizella pallida	Gorrión pálido	86	3.57	0.04	-3.33	-0.12	0.12	0.03
Spizella passerina	Gorrión cejas blancas	124	5.15	0.05	-2.97	-0.15	0.15	0.04
Streptopelia decaocto	Paloma de collar turca	28	1.16	0.01	-4.46	-0.05	0.05	0.01
Sturnella neglecta	Pradero del oeste	6	0.25	0.00	-6.00	-0.01	0.01	0.00

CONSULTA PÚBLICA

Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad Relativa	Pi	LN	(Pi)(LN)	Shannon	Pielou
Toxostoma curvirostre	Cuicacoche pico curvo	34	1.41	0.01	-4.26	-0.06	0.06	0.02
Tyrannus vociferans	Tirano chibiú	135	5.60	0.06	-2.88	-0.16	0.16	0.04
Tyto alba	Lechuza de campanario	3	0.12	0.00	-6.69	-0.01	0.01	0.00
Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	90	3.73	0.04	-3.29	-0.12	0.12	0.03
Zenaida macroura	Huilota común	42	1.74	0.02	-4.05	-0.07	0.07	0.02
Total		2410	100	1.00	-215.11	-3.46	3.46	0.89
Riqueza		48				3.87	Diversidad Máxima	

Mamíferos

Para el grupo de mamíferos en la RE-AI, el índice de diversidad de Shannon tuvo un valor de 1.55, lo que sugiere baja diversidad. Mientras que para el índice de equidad de Pielou, se obtuvo un valor de 0.80, lo que muestra que casi todas las especies de mamíferos en la RE-AI son igualmente abundantes (ver tabla siguiente).

Tabla III.49 Mamíferos registrados en la RE-AI, así como los diversos parámetros ecológicos obtenidos. Fuente: datos obtenidos a partir del trabajo de campo (para mayor referencia, se incluyen los análisis en el anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad Relativa	Pi	LN	(Pi)(LN)	Shannon	Pielou
Canis latrans	Coyote	131	30.90	0.31	-1.17	-0.36	0.36	0.19
Dicotyles tajacu	Pecarí de collar	121	28.54	0.29	-1.25	-0.36	0.36	0.18
Lepus californicus	Liebre cola negra	95	22.41	0.22	-1.50	-0.34	0.34	0.17
Lynx 130ufus	Lince Americano	35	8.25	0.08	-2.49	-0.21	0.21	0.11
Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	34	8.02	0.08	-2.52	-0.20	0.20	0.10
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	3	0.71	0.01	-4.95	-0.04	0.04	0.02
Xerospermophilus spilosoma	Ardillón punteado	5	1.18	0.01	-4.44	-0.05	0.05	0.03
Total		424	100	1.00	-18.33	-1.55	1.55	0.80
Riqueza		7				1.95	Diversidad Máxima	

Área del Proyecto (AP)

Reptiles

Para el grupo de reptiles en el AP, el índice de diversidad de Shannon tuvo un valor de 1.10, indicativo de baja diversidad. Mientras que para el índice de equidad de Pielou, se obtuvo un valor de 0.96, lo que revela que todas las especies de reptiles en el AP son igualmente abundantes (ver siguiente tabla).

CONSULTA PÚBLICA

Tabla III.50. Reptiles registrados en el AP, así como los diversos parámetros ecológicos obtenidos. Fuente: datos obtenidos a partir del trabajo de campo (para mayor referencia, se incluyen los análisis en el anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad Relativa	Pi	LN	(Pi)(LN)	Shannon	Pielou
Aspidoscelis gularis	Huico pinto del noreste	201	45.89	0.46	-0.78	-0.36	0.36	0.33
Aspidoscelis inornatus	Huico liso del altiplano	102	23.29	0.23	-1.46	-0.34	0.34	0.31
Cophosaurus texanus	Lagartija sorda mayor	135	30.82	0.31	-1.18	-0.36	0.36	0.33
Total		438	100.00	1.00	-3.41	-1.06	1.06	0.96
Riqueza		3				1.10	Diversidad Máxima	

Aves

Para el grupo de aves en el AP, el índice de diversidad de Shannon tuvo un valor de 3.46, sugiriendo alta diversidad. Mientras que para el índice de equidad de Pielou, se obtuvo un valor de 0.91, lo que muestra que todas las especies de aves en el AP son igualmente abundantes (ver siguiente tabla).

Tabla III.51. Aves registradas en el AP, así como los diversos parámetros ecológicos obtenidos. Fuente: datos obtenidos a partir del trabajo de campo (para mayor referencia, se incluyen los análisis en el anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad Relativa	Pi	LN	(Pi)(LN)	Shannon	Pielou
Ammodramus savannarum	Gorrión chapulín	126	6.15	0.06	-2.79	-0.17	0.17	0.05
Amphispiza bilineata	Zacatonero garganta negra	130	6.34	0.06	-2.76	-0.17	0.17	0.05
Ardea alba	Garza blanca	4	0.20	0.00	-6.24	-0.01	0.01	0.00
Athene cunicularia	Tecolote llanero	19	0.93	0.01	-4.68	-0.04	0.04	0.01
Bubulcus ibis	Garza ganadera	4	0.20	0.00	-6.24	-0.01	0.01	0.00
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	4	0.20	0.00	-6.24	-0.01	0.01	0.00
Buteo swainsoni	Aguililla de Swainson	3	0.15	0.00	-6.53	-0.01	0.01	0.00
Callipepla squamata	Codorniz escamosa	20	0.98	0.01	-4.63	-0.05	0.05	0.01
Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca del desierto	84	4.10	0.04	-3.19	-0.13	0.13	0.03
Cardinalis cardinalis	Cardenal rojo	5	0.24	0.00	-6.02	-0.01	0.01	0.00
Cardinalis sinuatus	Cardenal desértico	8	0.39	0.00	-5.55	-0.02	0.02	0.01
Cathartes aura	Zopilote aura	75	3.66	0.04	-3.31	-0.12	0.12	0.03
Charadrius vociferus	Chorlo tildío	44	2.15	0.02	-3.84	-0.08	0.08	0.02
Circus hudsonius	Gavilán rastrero	2	0.10	0.00	-6.93	-0.01	0.01	0.00
Columbina inca	Tortolita cola larga	108	5.27	0.05	-2.94	-0.16	0.16	0.04
Coragyps atratus	Zopilote común	32	1.56	0.02	-4.16	-0.06	0.06	0.02
Corvus corax	Cuervo común	35	1.71	0.02	-4.07	-0.07	0.07	0.02

CONSULTA PÚBLICA

Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad Relativa	Pi	LN	(Pi)(LN)	Shannon	Pielou
Falco sparverius	Cernícalo americano	75	3.66	0.04	-3.31	-0.12	0.12	0.03
Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	9	0.44	0.00	-5.43	-0.02	0.02	0.01
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	116	5.66	0.06	-2.87	-0.16	0.16	0.04
Hirundo rustica	Golondrina tijereta	98	4.78	0.05	-3.04	-0.15	0.15	0.04
Lanius ludovicianus	Verdugo americano	57	2.78	0.03	-3.58	-0.10	0.10	0.03
Melanerpes aurifrons	Carpintero cheje	14	0.68	0.01	-4.99	-0.03	0.03	0.01
Melozone fusca	Rascador viejita	72	3.51	0.04	-3.35	-0.12	0.12	0.03
Mimus polyglottos	Centzontle norteño	29	1.41	0.01	-4.26	-0.06	0.06	0.02
Molothrus aeneus	Tordo ojos rojos	32	1.56	0.02	-4.16	-0.06	0.06	0.02
Molothrus ater	Tordo cabeza café	31	1.51	0.02	-4.19	-0.06	0.06	0.02
Passerculus sandwichensis	Gorrión sabanero	92	4.49	0.04	-3.10	-0.14	0.14	0.04
Polioptila caerulea	Perlita azulgris	65	3.17	0.03	-3.45	-0.11	0.11	0.03
Pooecetes gramineus	Gorrión cola blanca	71	3.46	0.03	-3.36	-0.12	0.12	0.03
Pyrocephalus rubinus	Papamoscas cardenalito	15	0.73	0.01	-4.92	-0.04	0.04	0.01
Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	44	2.15	0.02	-3.84	-0.08	0.08	0.02
Sayornis phoebe	Papamoscas fibí	25	1.22	0.01	-4.41	-0.05	0.05	0.01
Sayornis saya	Papamoscas llanero	27	1.32	0.01	-4.33	-0.06	0.06	0.02
Spinus psaltria	Jilguerito dominico	31	1.51	0.02	-4.19	-0.06	0.06	0.02
Spizella pallida	Gorrión pálido	82	4.00	0.04	-3.22	-0.13	0.13	0.03
Spizella passerina	Gorrión cejas blancas	81	3.95	0.04	-3.23	-0.13	0.13	0.03
Streptopelia decaocto	Paloma de collar turca	14	0.68	0.01	-4.99	-0.03	0.03	0.01
Sturnella neglecta	Pradero del oeste	5	0.24	0.00	-6.02	-0.01	0.01	0.00
Toxostoma curvirostre	Cuicacoche pico curvo	21	1.02	0.01	-4.58	-0.05	0.05	0.01
Tyrannus vociferans	Tirano chibiú	104	5.07	0.05	-2.98	-0.15	0.15	0.04
Tyto alba	Lechuza de campanario	2	0.10	0.00	-6.93	-0.01	0.01	0.00
Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	98	4.78	0.05	-3.04	-0.15	0.15	0.04
Zenaida macroura	Huilota común	37	1.80	0.02	-4.01	-0.07	0.07	0.02
Total		2050	100.00	1.00	-189.90	-3.43	3.43	0.91
Riqueza		44				3.78	Diversidad Máxima	

CONSULTA PÚBLICA

Mamíferos

Para el grupo de mamíferos en el AP, el índice de diversidad de Shannon tuvo un valor de 1.44, indicativo de baja diversidad. Mientras que para el índice de equidad de Pielou, se obtuvo un valor de 0.81, lo que muestra que casi todas las especies de mamíferos en el AP son igualmente abundantes (ver siguiente tabla).

Tabla III.52. Mamíferos registrados en el AP, así como los diversos parámetros ecológicos obtenidos. Fuente: datos obtenidos a partir del trabajo de campo (para mayor referencia, se incluyen los análisis en el anexo del Capítulo III, Apartado Biótico).

Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad Relativa	Pi	LN	(Pi)(LN)	Shannon	Pielou
Canis latrans	Coyote	119	28.74	0.29	-1.25	-0.36	0.36	0.20
Dicotyles tajacu	Pecarí de collar	117	28.26	0.28	-1.26	-0.36	0.36	0.20
Lepus californicus	Liebre cola negra	127	30.68	0.31	-1.18	-0.36	0.36	0.20
Lynx rufus	Lince Americano	27	6.52	0.07	-2.73	-0.18	0.18	0.10
Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	21	5.07	0.05	-2.98	-0.15	0.15	0.08
Xerospermophilus spilosoma	Ardillón punteado	3	0.72	0.01	-4.93	-0.04	0.04	0.02
Total		414	100.00	1.00	-14.33	-1.44	1.44	0.81
Riqueza		6				1.79	Diversidad Máxima	

Discusión

El índice de diversidad de Shannon sugiere que el grupo de **reptiles** tiene baja diversidad tanto en la RE-AI como en el AP. Esto podría deberse a que ambas áreas muestreadas presentan hábitats homogéneos y, por lo tanto, la oferta de recursos (*e.g.*, sitios de reproducción, descanso, alimentación, crianza, refugio) es reducida, de tal forma que no puede sostener una mayor diversidad de especies de reptiles. Mientras que el índice de equidad de Pielou, indica que las especies son igualmente abundantes, pero su uniformidad es mayor en el AP que en la RE-AI.

El índice de diversidad de Shannon indica que el grupo de **aves** tiene alta diversidad tanto en la RE-AI como en el AP. Esto puede ser explicado a que los muestreos se realizaron durante la temporada migratoria de este taxón, lo cual aumentó la posibilidad de registrar más especies; además, aunque el hábitat es homogéneo, las aves tienen la capacidad de explotar una mayor variedad de nichos ecológicos, de tal forma que se pudieron registrar especies rapaces, insectívoras al vuelo, acuáticas, adicional a las que se pueden observar en los distintos estratos de vegetación y suelo. Asimismo, el índice de equidad de Pielou, indica que las especies son igualmente abundantes, manteniendo su uniformidad entre el AP y la RE-AI, lo cual muestra que los recursos disponibles (*e.g.*, sitios de reproducción, descanso, alimentación, crianza, refugio) se están repartiendo equitativamente entre las diferentes especies de aves.

El índice de diversidad de Shannon sugiere que el grupo de **mamíferos** tiene baja diversidad tanto en la RE-AI como en el AP. Esta baja diversidad de mamíferos registrada, podría deberse en primer lugar a que ambas áreas

CONSULTA PÚBLICA

muestreadas presentan hábitats homogéneos y, por lo tanto, la oferta de recursos (*e.g.*, sitios de reproducción, descanso, alimentación, crianza, refugio) es poco diversa, de tal manera que no puede mantener una mayor diversidad de especies de mamíferos, y en segundo lugar, a que, por cuestiones de logística y seguridad, no fue posible realizar muestreos en horario nocturno. Mientras que el índice de equidad de Pielou, indica que las especies son igualmente abundantes, manteniendo su uniformidad tanto en el AP como en la RE-AI. Esto sugiere que los recursos disponibles se reparten equitativamente entre las especies de mamíferos registradas tanto en la RE-AI como el AP (ver siguiente figura).



Figura III.47. Comparación de los índices de diversidad entre la RE-AI y AP por grupo biológico.

Fuente: Datos obtenidos de trabajo de campo.

Similitud taxonómica

De acuerdo con el Coeficiente de Similitud de Jaccard, la similitud taxonómica entre las comunidades faunísticas registradas en la RE-AI y AP fue de: 75% para reptiles, 92% para aves y 86% para mamíferos. Como se mencionó previamente, para el grupo de anfibios no fue posible realizar un análisis de similitud taxonómico, debido a que no se obtuvieron registros (ver Tabla siguiente).

CONSULTA PÚBLICA

Tabla III.53. Para cada grupo faunístico, se expresa la similitud taxonómica (%) y número de especies compartidas entre el RE-AI y el AP, así como el número de especies exclusivas en la RE-AI y AP.

Clase	a (RE-AI)	b (AP)	c (Común)	Similitud (%)
Reptiles	4	3	3	0.75
Aves	48	44	44	0.92
Mamíferos	7	6	6	0.86

La RE-AI registró seis especies de fauna exclusivas (una de reptiles, cuatro de aves y una de mamíferos); el grupo faunístico que tuvo un mayor número de especies exclusivas fue el de las aves, correspondiendo a tres especies rapaces y una nocturna. De las especies con registro exclusivo en la RE-AI, dos de ellas están en la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III. Respecto del AP, no se registró ninguna especie exclusiva.

Tabla III.54. Especies exclusivas registradas en la RE-AI.

Clase	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endémica
Reptiles	*Crotalus scutulatus*	Cascabel del Altiplano	Sujeta a Protección Especial	No endémica
Mamíferos	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	No incluida	No endémica
Aves	*Bubo virginianus*	Búho cornudo	No incluida	No endémica
Aves	*Elanus leucurus*	Milano cola blanca	No incluida	No endémica
Aves	*Parabuteo unicinctus*	Aguililla rojinegra	Sujeta a Protección Especial	No endémica
Aves	*Passerina caerulea*	Picogordo azul	No incluida	No endémica

Conclusión

A partir del muestreo realizado en campo, en la RE-AI se registró una riqueza específica (S) de 59 especies correspondientes a: cuatro especies de reptiles, 48 especies de aves y siete especies de mamíferos. Finalmente, en el AP, se registró una riqueza específica de 52 especies de fauna: tres especies de reptiles, 43 especies de aves y seis especies de mamíferos. De esta manera, la RE-AI reportó mayor riqueza de especies (S) que el AP. Con la virtud de que todas las especies registradas en el AP fueron también registradas en la RE-AI; por lo que se espera que las especies de fauna (incluyendo a las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010) no se vean comprometidas por el desarrollo del proyecto. Cabe mencionar, que, aunque en la RE-AI y AP se detectaron sitios con posibilidad de albergar humedad para la presencia de anfibios, no fueron registradas en ninguno de los muestreos. De tal forma que las especies que faltaron por registrar podrían corresponder a algunas de las seis especies de anfibios del listado potencial de fauna (para mayor referencia, ver listado de fauna potencial en el anexo

CONSULTA PÚBLICA

del Capítulo III, Apartado Biótico). Tanto en ela RE-AI como el AP, el grupo faunístico que mayor número de especies registró fue el de las aves, seguido por los grupos de los mamíferos, y reptiles.

Los índices de diversidad sugieren baja diversidad en los grupos de reptiles y mamíferos tanto en la RE-AI como en el AP. No obstante, presentaron alta uniformidad, lo cual quiere decir que las especies son igualmente abundantes. Asimismo, el grupo de aves, registró una alta diversidad y uniformidad tanto en la RE-AI como en el AP, lo cual muestra su alta capacidad de explotar diferentes nichos ecológicos a pesar de la homogeneidad del hábitat. Por último, debido a que no se obtuvieron registros durante el trabajo de campo para el grupo de anfibios, no fue posible realizar este tipo de análisis.

La similitud taxonómica entre las comunidades faunísticas registradas en la RE-AI y AP fue de: 75% para reptiles, 92% para aves y 86% para mamíferos. No se realizó el análisis de similitud taxonómica al grupo de anfibios ya que no fueron registrados durante el trabajo de campo. La RE-AI registró seis especies de fauna exclusivas, mientras que el AP no registró ninguna. El grupo faunístico que tuvo un mayor número de especies exclusivas fue el de las aves (tres especies rapaces y una nocturna).

Respecto a las especies de murciélagos registrados en el segundo muestreo, se identificó la presencia de tres especies en la RE-AI, teniendo presencia únicamente una especie en el AP, siendo importante considerar que estas especies que recorren grandes distancias; por lo que, podrían tener sus sitios de anidación fuera de la RE-AI.

Aunado a lo anterior, se considera la implementación de medidas ambientales que contribuyan a la permanencia de la fauna dentro de la RE-AI, es el rescate y reubicación de flora, la cual es un recurso alimenticio para la fauna, en específico para los quirópteros que, a su vez contribuyen en la dispersión de semillas y control de plagas, y por lo tanto, dicho recurso se mantendrá disponible en la -AI para la fauna.

De esta manera, las especies que no se registraron durante los muestreos, específicamente los quirópteros, si están consideradas dentro de las medidas ambientales a implementar por el proyecto, lo que ayudará a prevenir cualquier daño a la fauna que pudiera encontrarse durante el desarrollo de éste.

CONSULTA PÚBLICA

c) Diagnóstico ambiental

Después del análisis de las características abióticas, bióticas y sociales, en el apartado abiótico, en términos generales, se diagnostica que tanto la RE-AI como el AP actualmente presentan una moderada calidad ambiental ya que, aunque la mayor parte de la superficie corresponde con **vegetación forestal según INEGI**, gracias al trabajo de campo se tiene evidencia de la degradación de ésta, debido al reducido número de especies de flora registradas, a la presencia de una especie exótica (Pasto buffel), así como de caminos los cuales han producido la fragmentación del hábitat. Además, con el tiempo y las condiciones adecuadas, también se podría generar la aparición de especies de flora indicadoras de disturbio.

Esta moderada calidad ambiental, también se ve reflejada por el bajo número de especies de **flora y fauna** registrados durante el trabajo de campo, el cual se considera fiable, debido a que la eficiencia de los muestreos se acerca o supera el 80% de acuerdo con el estimador de riqueza de especies de Clench, registrándose, por ejemplo, casi la totalidad de especies que pueden ocurrir en el AP. De esta manera, se puede manifestar que existe una baja diversidad de especies, en comparación con los registros de los listados potenciales de flora y fauna (elaborados a partir de la revisión bibliográfica de las especies presentes en la región). Se puede concluir que, debido a la semejanza entre el AP y la RE-AI, el ecosistema podrá mantener a las comunidades florísticas que serán afectadas por el desarrollo del proyecto. Respecto de la riqueza y diversidad de especies registradas entre la -AI y el AP, así como entre tipos de vegetación por sitio de trabajo (RE-AI vs AP), se infiere que no existen diferencias relevantes entre el estado del ecosistema para la vegetación.

Asimismo, aunque se registró una especie de **flora** exclusiva en el AP, dicha especie es común en sus sitios de distribución nativa, presentando una amplia tolerancia ambiental. Referente a las especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tanto en la RE cómo en el AP, se registraron dos especies de cactáceas, presentando facilidad de propagarse mediante reproducción vegetativa (*i.e.*, esquejes o hijuelos), permitiendo su rescate dentro del área del proyecto y su reubicación en sitios con características de nicho semejantes a los de sus sitios de rescate.

Con respecto a la **fauna**, la RE-AI reportó mayor riqueza de especies que el AP. Con la virtud de que todas las especies registradas en el AP fueron también registradas en la RE-AI; por lo que se espera que las especies de fauna (incluyendo a las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010) no se vean comprometidas de forma relevante por el desarrollo del proyecto, provocando únicamente su desplazamiento hacia las zonas adyacentes gracias a la vegetación circundante al AP. Además, no se tiene la presencia de ningún corredor biológico reconocido por CONABIO, sobre el cuál pudiera afectar.

Considerando el desarrollo del proyecto, se espera que la calidad ambiental se reduzca en un 3.9% en la RE-AI, siendo la superficie con vegetación necesaria por remover para el proyecto, la cual no provocará fragmentación del hábitat, toda vez que está ya presenta caminos dentro del AP y sus alrededores, así como infraestructura industrial (p.e. gasoducto y LT existentes). Por lo anterior, la vegetación presente en el AP ya presenta cierto grado de perturbación y por tanto los servicios ambientales que genera se encuentren en menor calidad que los esperados

CONSULTA PÚBLICA

para una vegetación que no está perturbada. Para reducir la posible afectación sobre la flora y la fauna se implementarán medidas ambientales.

Las características topográficas, morfológicas, climáticas y acceso limitado son factores que no han permitido el poblamiento, ni el aprovechamiento de los recursos naturales dentro de la RE-AI, pero el proyecto, por su parte, busca la generación de energía a partir de fuentes de energía renovables, que si bien puede generar la incidencia en algunos componentes ambientales, como es el caso de la vegetación, esto no implicará un desequilibrio en el funcionamiento de los procesos ambientales de la RE , al ubicarse de manera puntual.

CONSULTA PÚBLICA

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL
PROYECTO FOTOVOLTAICO "SAN JOSÉ DE ARRIBA"

CAPÍTULO IV

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN



VERSIÓN PÚBLICA

CONTENIDO

IV. Identificación, Descripción y Evaluación de los Impactos Ambientales y Medidas de Prevención, Mitigación, Compensación y Restauración 3

IV.1. Introducción 3

IV.2. Definiciones 4

IV.3. Resumen 5

IV.4. Técnicas para la identificación de impactos ambientales 7

IV.5. Identificación de impactos 9

IV.5.1. dentificación de actividades del proyecto susceptibles de generar impactos ambientales 9

IV.5.2. Identificación de los componentes ambientales del proyecto 12

IV.5.3. Impactos Ambientales Acumulativos, Residuales y Sinérgicos 30

IV.6. Área de Influencia 33

IV.7. Descripción y Análisis de Escenarios con el Proyecto. 34

IV.8. Medidas Preventivas, de Mitigación, Compensación y Restauración 36

IV.8.1. Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) 45

Objetivos y Alcance del PVA 45

Meta 46

Ejecución del PVA 46

Estructura del Programa de Vigilancia Ambiental 46

Programas Ambientales 47

Medidas Adicionales 90

IV.9. Viabilidad Ambiental de las Medidas Propuestas Ante el Cambio Climático 94

IV.10. Medidas de Prevención de Desastres, Reducción de Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático 96

IV.10.1. Medidas de prevención de desastres naturales 96

IV.10.2. Medidas de reducción de la vulnerabilidad ambiental y estructural 97

IV.10.3. Medidas de adaptación al cambio climático 97

IV.11. Descripción y Análisis de Escenarios Considerando las Medidas de Prevención, Mitigación, Compensación y Restauración. 98

IV.12. Conclusión 100

VERSIÓN PÚBLICA

IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

IV.1. Introducción

La **Evaluación de Impacto Ambiental** es un instrumento de la política ambiental[1], que tiene el objetivo de formar un juicio previo, imparcial y lo menos subjetivo posible, sobre la importancia de los impactos o alteraciones que un proyecto produce y a su vez, la posibilidad de evitarlos y reducirlos a niveles aceptables[2], de manera tal, que la construcción de una obra, permita mantener la integridad funcional de la Región Ecológica en la que éste se llevará a cabo, conservando la estructura y funcionamiento de los componentes ambientales presentes en ella, así como en el Área de Influencia y en manera de lo posible, en el Área del Proyecto.

Derivado de lo anterior, para lograr un nivel armónico entre en proyecto y la protección de los elementos naturales, se requiere de un **enfoque integral** y sistemático, partiendo de la identificación y evaluación oportuna de los impactos ambientales, a través del análisis de las posibles interacciones de los componentes ambientales con las obras o actividades del proyecto y con ello, el establecimiento de acciones, modificaciones o lineamientos tendientes a evitar, revertir, disminuir o retribuir dichos impactos, aun cuando estos hayan resultado **no significativos**, en Términos de la Fracción IX del Artículo 3° del Reglamento en Materia de Impacto Ambiental de la LGEEPA[3] (REIA).

Con base en lo anterior, el presente Capítulo contiene la evaluación e identificación de los posibles impactos ambientales potenciales a ocasionar por el desarrollo del proyecto y el establecimiento de las medidas ambientales para prevenirlos, mitigarlos y compensarlos, con el objetivo principal de comprobar que el desarrollo del proyecto **no provocará alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales** o en la salud, ni obstaculizarán la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, **ni la continuidad de los procesos naturales**, bajo una perspectiva integral y ecosistémica, atendiendo con ello lo establecido en el Artículo 30 de la LGEEPA y el Artículo 13 Fracciones V y VI del REIA.

VERSIÓN PÚBLICA

[1] https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/definicion-y-objetivo-de-la-evaluacion-del-impacto-ambiental

[2] SANZ C., J.L. 1991. Concepto de impacto ambiental y su evaluación. En: Evaluación y corrección de impactos ambientales. Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España. 302 p.

[3] Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

IV.2. Definiciones

Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente

Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente

Impacto ambiental significativo o relevante: 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;

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Medida Ambiental: Acciones que se implementarán para prevenir, mitigar o compensar el impacto ambiental identificado.

Programas Ambientales: Son procedimientos que integran varias medidas ambientales que pueden ser preventivas, de mitigación o compensación, propuestas de forma sistematizada y, que serán aplicadas bajo protocolos específicos, delimitados por objetivos y metas claras y con un seguimiento a través de indicadores ambientales.

Medidas Adicionales: Son acciones puntuales que ejecutará la promovente para prevenir o atenuar los impactos ambientales no significativos, puntuales y temporales que se prevé ocasionar con el desarrollo del proyecto, y que no requiere de una metodología específica para su aplicación, ni la ejecución de medidas secuenciales.

Indicador ambiental: Son considerados por la SEMARNAT como la herramienta que se adopta para cuantificar un impacto ambiental, y que puede representar de mejor forma la alteración potencial ocasionada a un factor o ecosistema, delimitados por el *Valor de referencia*.

Valor de referencia: Límite que no debe ser rebasado por el impacto ambiental, determinado por un parámetro, norma o las propias metas de los Programas Ambientales.

Medidas correctivas: Acciones que se desarrollarán en caso de detectarse desviaciones en los resultados esperados por la ejecución de las medidas ambientales.

VERSIÓN PÚBLICA

IV.3. Resumen

En las siguientes tablas, se presenta a manera de resumen la información contenida en el presente Capítulo.

Tabla IV-1 Impactos ambientales existentes en la Región Ecológica para el posterior análisis de impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales del Proyecto

ID	Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la región ecológica, que se relacionan con el Proyecto	Componente ambiental impactado	Impacto ambiental
1	Operación de parque fotovoltaico colindante al área del Proyecto	Flora y fauna	Modificación del hábitat
2	Operación de infraestructura eléctrica existente	Fauna	Electrocución y/o colisión de avifauna
3	Tránsito de vehículos sobre caminos de terracería y brechas	Aire	Modificación temporal de la calidad del aire
4	Circulación de maquinaria y vehículos	Aire	Modificación temporal del confort sonoro
5	Actividades agrícolas presentes dentro de la región ecológica	Suelo	Modificación de la calidad del suelo
7	Caminos y vialidades existentes	Suelo	Modificación de la susceptibilidad de erosión
8	Infraestructura carretera regional	Fauna	Fragmentación y modificación del hábitat
9	Desmonte previo de áreas para uso agropecuario	Flora	Pérdida de cobertura vegetal
10	Cambio de uso de suelo en predios cercanos	Flora	Pérdida de individuos de flora
11	Infraestructura eléctrica y líneas de distribución cercanas	Fauna	Desplazamiento de fauna
13	Escurrimientos superficiales modificados por caminos y obras existentes	Agua superficial	Afectación al patrón hidrológico superficial
14	Compactación de suelo por tránsito constante de vehículos	Agua subterránea	Modificación de la capacidad de infiltración
15	Actividades antrópicas presentes en la región ecológica	Fauna	Desplazamiento de individuos de fauna
16	Presencia de infraestructura fotovoltaica cercana	Paisaje y fauna	Modificación del paisaje y del hábitat
17	Generación de residuos derivados de actividades humanas	Suelo	Modificación de la calidad del suelo
19	Obras e infraestructura existentes dentro de la región ecológica	Flora y fauna	Impactos acumulativos sobre componentes naturales
20	Conjunto de actividades antropogénicas desarrolladas dentro de la región ecológica	Suelo, flora y fauna	Modificación gradual de las condiciones ambientales regionales

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla IV-2 Impactos ambientales del proyecto y medidas de prevención, mitigación compensación y restauración.

Etapa	Componente Ambiental	Impacto Ambiental	Tipo de impacto	Tipo de medida ambiental*			
				P	M	C	R
Preparación del sitio	Aire	Modificación temporal de la calidad del aire	Sinérgico	X	X		
Preparación del sitio	Aire	Modificación temporal del confort sonoro	Sinérgico	X	X		
Preparación del sitio	Agua superficial	Afectación al patrón hidrológico superficial	Acumulativo	X			
Preparación del sitio	Agua superficial	Alteración en la calidad del agua superficial	Residual	X			
Preparación del sitio	Agua subterránea	Modificación de la capacidad de infiltración	Residual		X	X	
Preparación del sitio	Suelo	Modificación de la calidad del suelo	Residual	X	X		
Preparación del sitio	Suelo	Modificación de la susceptibilidad de erosión	Acumulativo		X	X	
Preparación del sitio	Flora	Pérdida de cobertura vegetal	Residual		X	X	
Preparación del sitio	Flora	Pérdida de individuos de flora	Acumulativo	X	X		
Preparación del sitio	Fauna	Modificación del hábitat	Residual		X	X	
Preparación del sitio	Fauna	Desplazamiento de individuos de fauna	Sinérgico	X	X		
Operación y mantenimiento	Fauna	Electrocución y/o colisión de individuos de avifauna	Residual	X	X		

VERSIÓN PÚBLICA

IV.4. Metodología para la identificación de impactos ambientales

Para la evaluación de los impactos ambientales se utilizará la metodología propuesta por Conesa (2010), la cual ha sido adaptada a las condiciones específicas de la región ecológica donde se contempla el desarrollo del proyecto. Este método es ampliamente reconocido en el ámbito técnico-normativo por su capacidad para mitigar la incertidumbre en los procesos de predicción.

El proceso de análisis se estructura en tres etapas fundamentales, detalladas a continuación:

A. Identificación

Con la ayuda de listas y matrices de interacción, se identificaron las relaciones causa-efecto, que son las posibles afectaciones ambientales que generarán las actividades a realizar durante las etapas de desarrollo del proyecto para después poder determinar su denominación; es decir, se establecen los impactos ambientales como frases que asocian la alteración del entorno derivada de una acción humana.

B. Evaluación

Con la ayuda de una Matriz de evaluación de impactos se realizó la evaluación de los impactos ambientales, con base a su importancia y magnitud, la cual se define por una serie de 10 atributos, de tipo cualitativo, que caracterizan y evalúan dicha afectación a través diferentes criterios y valores y realizando unas ecuaciones sencillas de cálculo. Posteriormente, a partir de la evaluación de cada impacto ambiental, se procedió al análisis de la significancia de los impactos ambientales.

C. Descripción

Una vez mencionados los pasos anteriores, se llevó a cabo la descripción de los impactos ambientales.

De manera complementaria a lo anterior, se incorpora el análisis específico de los impactos acumulativos, residuales y sinérgicos con el fin de realizar un estudio integrativo del proyecto dentro de la región ecológica.

En la siguiente figura se presenta un esquema resumido del procedimiento de evaluación de impactos ambientales que se seguirá en el presente capítulo:

VERSIÓN PÚBLICA

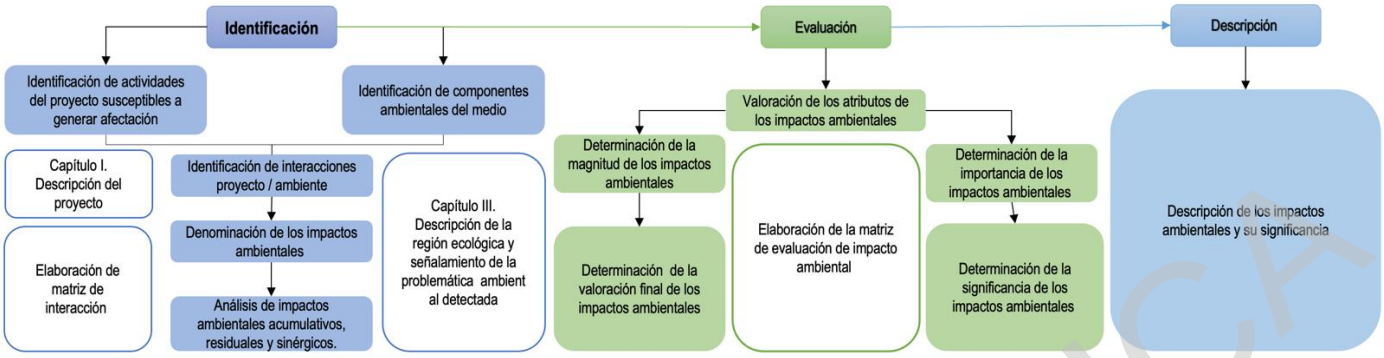


Figura IV-1 Metodología para la identificación y evaluación de los impactos ambientales previstos a generar por el proyecto.

VERSIÓN PÚBLICA

IV.5. Identificación de impactos

Siguiendo con el REIA a continuación se identifican los posibles impactos ambientales derivados de la ejecución del Proyecto, estableciendo un vínculo directo entre la descripción de las obras y actividades descritas en el **capítulo I** y la caracterización de los componentes ambientales de la región ecológica descritos en el **capítulo III.**

Como se mencionó anteriormente para este análisis, se ha seleccionado un proceso metodológico fundamentado en Conesa (2010). Mediante el uso de listas de chequeo y matrices de interacción, con el objetivo de determinar los efectos directos e indirectos de las etapas de Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, cierre de operaciones, desmantelamiento y abandono sobre los factores ambientales que integran la región ecológica. Teniendo en consideración las definiciones dadas por la autoridad y la metodología antes mencionada se siguió el metodo resumido en la siguiente imagen:

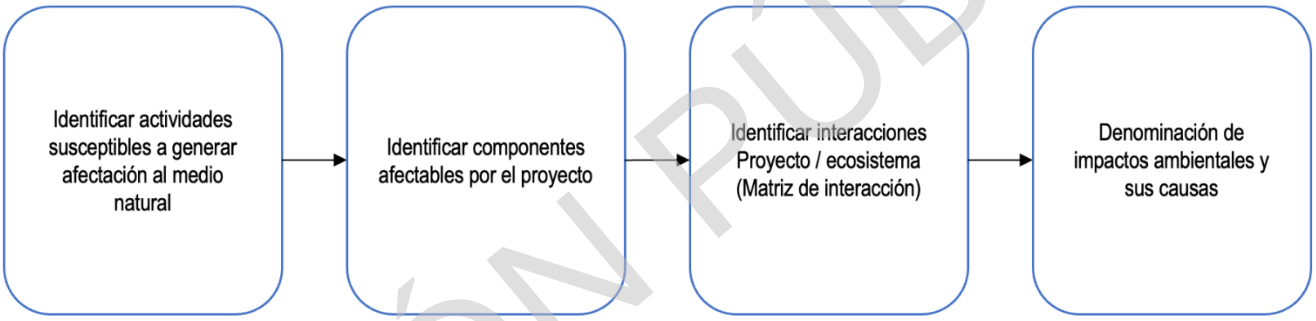


Figura IV-2. Pasos a seguir para llevar a cabo la identificación de los impactos ambientales que generará el proyecto.

IV.5.1. Identificación de actividades del proyecto susceptibles de generar impactos ambientales

Para la identificación de las interacciones y efectos derivados de las etapas del proyecto sobre los diversos factores ambientales, se empleó el método de lista de chequeo. Este sistema permite determinar de manera simple y estructurada las obras y actividades con potencial de incidencia ambiental, asegurando que se consideren todos los componentes del entorno susceptibles de modificación y estableciendo una base sólida para su posterior evaluación.

El proyecto consiste en la construcción, operación y mantenimiento de una planta fotovoltaica que, mediante la captación de radiación solar a través de paneles solares, tiene como objetivo la generación y transmisión de energía eléctrica. Estará integrado por módulos fotovoltaicos, centros de transformación, inversores y una Subestación Eléctrica de Maniobras (SEM), además de una Línea de Transmisión (LT), estaciones meteorológicas, centro de control, caseta de vigilancia, vialidades internas, vallado, camino de acceso, obras hidráulicas, fosa séptica y cisterna.

VERSIÓN PÚBLICA

A continuación, se presenta una tabla con la lista de actividades y sus incidencias ambientales; cabe señalar que la descripción desarrollada de cada una de estas actividades se encuentra contenida en el **Capítulo I del presente documento.**

Tabla IV-3. Obras e instalaciones permanentes y temporales del proyecto.

Obras e instalaciones permanentes	Obras y áreas temporales
Obras de encauzamiento (canales revestidos y cunetas en caminos internos)	Oficinas móviles
Instalación de Sistema fotovoltaico (módulos solares, inversores, seguidores solares, cableado, sistemas auxiliares)	
Construcción de subestación eléctrica elevadora	Sanitarios móviles
Construcción de subestación eléctrica de maniobras	
Construcción de estaciones meteorológicas	
Construcción del Centro de Control	Cocina y comedor
Construcción de caseta de vigilancia	
Construcción de vialidades internas	Área de acopio y bodega
Construcción de fosa séptica	
Construcción de cisterna	
Construcción de vallado	Almacén de residuos
Construcción camino de acceso	

Tabla IV-4 Actividades del proyecto susceptibles de generar impactos ambientales.

Etapa	Actividades	ID	Incidencia	
			si	no
Preparación del sitio	Trazo	1		√
	Rescate de flora y fauna	2		√
	Desmonte y despalme	3	√	
	Instalación de obras provisionales	4	√	
	Nivelación y excavación	5	√	
Construcción	Obra Civil: (cimentaciones, muros y cubiertas, elementos estructurales, acabados, caminos internos)	6	√	
	Instalaciones: Sistema fotovoltaico (módulos solares, inversores, seguidores solares, cableado, sistemas auxiliares)	7	√	
	Línea de transmisión	8	√	
Operación	Puesta en marcha de los componentes del proyecto.	9		√
Mantenimiento	a) Paneles Fotovoltaicos			

VERSIÓN PÚBLICA

Etapa	Actividades	ID	Incidencia	
			si	no
	• Limpieza de los módulos fotovoltaicos para retirar el polvo acumulado, se realizará una o dos veces al año, de acuerdo a las necesidades que se presenten.	10		√
	• Inspección visual de las instalaciones con el objetivo de detectar deficiencias que subsanar.	11		√
	• Verificación de los elementos de sujeción y conexión.	12		√
	• Comprobación del estado de la red de tierras, para proteger a los sistemas en caso de sobretensiones.	13		√
	• Revisión de las conexiones, los cables, el perfecto estado de las cajas de los cuadros (equipos eléctricos), su estanqueidad y revisión de los equipos de mando y protección.	14		√
	• Revisión de los inversores respecto a su sistema de ventilación.	15		√
	b) Estructuras metálicas			
	• Verificación mecánica de seguidores.	16		√
	• Revisión de daños en la estructura, como los causados por oxidación y su deterioro por agentes ambientales.	17		√
	c) Línea de Transmisión eléctrica.			
	• Limpieza de brecha.	18		√
	• Reapriete de herrajes.	19		√
	• Corrección al sistema de tierras.	20		√
	d) Obra civil (caminos, cercado perimetral, cimentaciones, canales, etc.).			
	• Comprobar que los caminos internos del proyecto estén en perfecto estado para facilitar la circulación de los vehículos.	21		√
	• Revisar el cercado perimetral, los taludes y la cimentación de las estructuras metálicas.	22		√
	• Limpieza de cunetas de los caminos y de los canales perimetrales de encauzamiento.	23		√

VERSIÓN PÚBLICA

El proyecto está diseñado para operar durante toda su vida útil; no obstante, mediante la implementación de programas permanentes de mantenimiento, ésta podría prolongarse. Por lo anterior, actualmente no se contempla el desmantelamiento ni el abandono del sitio. Sin embargo, en caso de que por alguna circunstancia sea necesario el retiro definitivo del proyecto, se llevará a cabo el desmantelamiento correspondiente descrito en el **Capítulo I del presente documento.**

Tabla IV-5 Actividades del proyecto susceptibles de generar impactos ambientales en caso de abandono.

Etapa	Actividades	ID	Incidencia	
			si	no
Desmantelamiento	Desconexión de todos los equipos eléctricos bajo los lineamientos y estándares aplicables.	24		√
	Desmantelamiento de los módulos fotovoltaicos.	25	√	
	Excavación y extracción del cableado subterráneo.	26	√	
	Remoción de todos los pilotes, postes verticales y estacas.	27	√	
	Remoción del material de caminos de caminos (grava).	28	√	
	Rompimiento y remoción de bases de concreto y cimientos.	29	√	
	Remoción de la subestación (incluyendo instalaciones auxiliares como la línea de trasmisión.	30	√	
	Restauración del terreno.	31		√

Finalmente, al considerar las diferentes etapas del proyecto, es importante mencionar que no todas las actividades listadas generarán un impacto ambiental, por lo que el análisis se centrará en aquellas con la capacidad de interacción con el medio.

IV.5.2. Identificación de los componentes ambientales del proyecto

Para la evaluación de los impactos ambientales es necesaria la delimitación de los componentes del entorno que interactúan con las acciones del proyecto. Para sistematizar este análisis, el entorno se categorizó en tres niveles jerárquicos siguiendo la metodología de Garmendia (2005).

Tabla IV-6. División del entorno por Garmendia (2005)

División del entorno	
Medio	Agrupación de componentes ambientales que tienen alguna característica en común
Componente	Cada una de las partes excluyentes entre sí, en las que se puede dividir para su análisis el sistema ambiental (SAR)
Factor	Característica medible o cuantificable del componente ambiental

Tomando como base el **Capítulo III** (Descripción de la región ecológica y señalamiento de la problemática ambiental detectada), se analizaron los componentes ambientales presentes en la Región Ecológica como en el área puntual

VERSIÓN PÚBLICA

del proyecto lo que permite determinar qué factores son susceptibles de recibir impactos, derivado de la interacción directa entre las actividades de la obra y el medio.

Tabla IV-7 Componentes ambientales de la región ecológica

Medio	componente	Factor	No.
Abiótico	Aire	Calidad	1
		Confort sonoro	2
	Agua superficial	Patrón Hidrológico	3
		Calidad	4
	Agua Subterránea	Infiltración	5
	Suelo	Calidad	6
		Cantidad	7
Biótico	Flora	Cobertura	8
		Abundancia	9
	Fauna	Hábitat	10
		Distribución	11
		Individuos	12

IV.5.3. Identificación de las interacciones proyecto – ecosistema

Tras analizar las características del sitio y las tareas del proyecto, se elaboró la Matriz de Leopold para visualizar cómo se relacionan entre sí. Esta matriz funciona como una tabla de doble entrada: en las columnas se listan las actividades del proyecto según su etapa de ejecución, mientras que en las filas se detallan los factores ambientales que podrían ser impactados.

En cada cruce, se asignó el valor “-1” para identificar una afectación o modificación negativa; las celdas sin interacción permanecen en blanco. Para un análisis detallado, consulte el Anexo

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla IV-8 Matriz de identificación de interacciones (vista general). Véase anexo I. EIA del proyecto

Matriz de interacción			Etapa	Preparación del sitio (PS)					Construcción (C)			Operación y mantenimiento (OM)															Desmantelamiento (D)							Interacciones totales por componente
			Actividad	Trazo	Rescate de flora y fauna	Desmonte y despalme	Instalación de obras provisionales	Nivelación y excavación	Obra Civil: (cimentaciones, muros y	Instalaciones: Sistema fotovoltaico	Línea de transmisión	Puesta en marcha de los componentes	• Limpieza de los módulos fotovoltaicos	• Inspección visual de las instalaciones	• Verificación de los elementos de	• Comprobación del estado de la red de	• Revisión de las conexiones, los cables,	• Revisión de los inversores respecto a su	• Verificación mecánica de seguidores.	• Revisión de daños en la estructura,	• Limpieza de brecha.	• Reapriete de herrajes.	• Corrección al sistema de tierras.	• Comprobar que los caminos internos del	• Revisar el cercado perimetral, los	• Limpieza de cunetas de los caminos y	Desconexión de todos los equipos	Desmantelamiento de los módulos	Excavación y extracción del cableado	Remoción de todos los pilotes, postes	Remoción del material de caminos de	Rompimiento y remoción de bases de	Remoción de la subestación (incluyendo	Restauración del terreno.	
Medio	componente	Factor	No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Abiótico	Aire	Calidad	1			-1	-1	-1	-1	-1																			-1	-1	-1	-1	-1		20
		Confort sonoro	2			-1		-1	-1	-1							-1		-1											-1	-1	-1		-1	
	Agua superficial	Patrón Hidrológico	3			-1		-1	-1																				-1			-1			13
		Calidad	4			-1	-1	-1	-1													-1					-1			-1			-1		
	Agua Subterránea	Infiltración	5			-1		-1	-1																				-1						4

VERSIÓN PÚBLICA

	Suelo	Calidad	6			-1	-1	-1	-1														-1					-1			-1	-1													14
		Cantidad	7			-1		-1	-1																			-1			-1													
Biótico	Flora	Cobertura	8			-1		-1	-1																			-1																7
		Abundancia	9			-1		-1	-1																																			
	Fauna	Hábitat	10			-1		-1	-1	-1																		-1																15
		Distribución	11			-1		-1	-1									-1		-1									-1														
		Individuos	12			-1		-1	-1																			-1															
Interacciones negativas por acción				0	0	12	3	12	12	3							2		2			2					2		7	5	2	5	3	1									73
Interacciones negativas por etapa				27					15		6															25																
Interacciones totales				73																																						

VERSIÓN PÚBLICA

A partir del anterior análisis se identificaron un total de 73 interacciones negativas entre las obras y actividades del proyecto y los componentes de la región ecológica y al analizar la distribución de dichas interacciones por componente ambiental, se observa que el aire es el componente más afectado, con 20 interacciones, lo que se asocia principalmente a la generación de polvo y ruido derivados de las actividades de preparación del sitio y construcción lo que también coincide con el mayor número de interacciones durante estas etapas.

IV.5.1. Denominación

Después de haber reconocido todas las interacciones que pudieran producirse, se consideraron las características de cada una para poder hacer una agrupación por similitud, evitando así la duplicidad de los impactos ambientales, con el objetivo de formar oraciones que, reflejen el efecto de la obra sobre alguno de los factores ambientales. denominando así los Impactos ambientales.

En tal sentido, los impactos ambientales del proyecto se denominaron asignando el efecto (modificación, pérdida, disminución, etc.), seguido del componente ambiental (suelo, agua, aire, etc.), y su factor (cantidad, calidad, etc.) que será afectado, obteniendo de esta forma un total de 12 impactos ambientales previstos por el proyecto como se muestra en la siguiente tabla:

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla IV-9 Impactos ambientales potenciales que generará el desarrollo del proyecto.

Medio	componente	Factor	No.	Impacto ambiental	Causa	Etapa en la que se presentara el impacto			
						PS	C	OM	D
Abiótico	Aire	Calidad	1	Modificación de la calidad del aire	Por la emisión de gases de combustión y generación de partículas de polvo, producidos por la operación de la maquinaria y equipo en operación.	√	√		√
		Confort sonoro	2	Modificación del Confort sonoro	Por la emisión de ruido que generará la maquinaria y equipo en operación.	√	√		√
	Agua superficial	Patrón Hidrológico	3	Afectación al patrón hidrológico superficial	Por excavaciones y nivelación del terreno		√		√
		Calidad	4	Alteración en la calidad del agua superficial (escurrimientos)	Por contaminación debido al inadecuado manejo de residuos y por derrames accidentales de hidrocarburos		√		√
	Agua Subterránea	Infiltración	5	Modificación de la capacidad de infiltración	Por el desmonte, despalme y excavaciones.		√	√	√
	Suelo	Calidad	6	Modificación de la calidad del suelo	- Por contaminación: ante el derrame accidental de hidrocarburos provenientes de la operación de maquinaria y equipo - Contaminación producto del manejo, almacenamiento o disposición incorrectos de residuos generados en las distintas etapas del proyecto.	√	√	√	√
		Cantidad	7	Modificación de la susceptibilidad de erosión	Por el desmonte, despalme y excavaciones	√	√		
Biótico	Flora	Cobertura	8	Pérdida de cobertura vegetal	Por el desmonte y despalme en el sitio del proyecto	√	√		
		Abundancia	9	Pérdida de individuos de flora	Remoción de individuos de flora.	√	√		
	Fauna	Hábitat	10	Disminución del área de ocupación de fauna	Por el desmonte y despalme en el sitio del proyecto	√	√		
		Distribución	11	Perdida de individuos de fauna	Por el desmonte y despalme en el sitio del proyecto		√	√	√
		Individuos	12	Electrocución y/o colisión de individuos de avifauna	Por la posible colisión de aves con la Línea de transmisión (LT)		√	√	√

VERSIÓN PÚBLICA

IV.6. Evaluación de impactos

Para la evaluación de los impactos ambientales que podrían generarse por el desarrollo del Proyecto, se utilizó una metodología de tipo cualitativa basada en la propuesta de Conesa (2010), la cual permite identificar y valorar

de manera sencilla las interacciones entre las actividades del proyecto y los factores ambientales presentes en el área de Influencia.

Mediante esta metodología se determinó la importancia de cada impacto ambiental, considerando aspectos como la intensidad del efecto y las características de la afectación generada. De manera complementaria, se utilizó el método propuesto por la FAO para estimar la magnitud del impacto, entendida como el grado de afectación sobre el componente ambiental involucrado.

Posteriormente, se obtuvo una valoración final para cada impacto ambiental a partir de la suma de la importancia y la magnitud obtenidas. Finalmente, con base en criterios previamente establecidos, se determinó la significancia de los impactos identificados, lo que permitió definir aquellos que requieren medidas de prevención, mitigación, corrección o compensación.

IV.6.1. Caracterización

Siguiendo el método de Conesa 2010, para caracterizar cualitativamente los posibles impactos ambientales y el grado de significancia de cada uno se utilizaron los atributos de impacto propuestos por la misma metodología y descritos en la siguiente tabla:

Atributo	Escala		Descripción
Intensidad (IN) El grado de incidencia de la acción sobre el factor.	1	Baja	Su efecto tiene una modificación mínima del componente considerado.
	2	Media	Su efecto provoca alteraciones en algunos de los componentes del entorno.
	4	Alta	Su efecto provoca alteraciones en todos los componentes del entorno.
	8	Muy alto o notable	Su efecto provoca una modificación en los procesos fundamentales de funcionamiento de los ecosistemas.
	12	Total o crítico	Destrucción total del componente en el área en la que se produce el efecto.
Extensión EX Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto.	1	Puntual o localizado	Cuando la acción impactante produce un efecto en un área específica del proyecto.
	2	Parcial	Cuando la acción produce un efecto en toda el área del proyecto.
	4	Extenso	Cuando la acción produce un efecto más allá del área del proyecto.
	8	Total	Cuando el efecto de la acción tiene una influencia generalizada en todo el entorno.
	12	Crítica	Cuando la acción produce un efecto en ubicación crítica de funcionamiento del componente o proceso.
Momento (MO) El tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado.	1	Largo plazo	Cuando el tiempo trascurrido entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto es mayor a 10 años.
	2	Medio plazo	Cuando el tiempo trascurrido entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto va de 1 a 10 años.
	3	Corto plazo	Cuando el tiempo transcurrido entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto es menor a un año.
	4	Inmediato	Cuando el tiempo transcurrido entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto es nulo.
	8	Crítico	Cuando se genera la acción en un momento crítico de funcionamiento del componente o proceso.
Persistencia o duración (PE) El tiempo en el que permanecerá el efecto a partir de su aparición.	1	Momentáneo o fugaz	Cuando el tiempo de permanencia es menor a 1 año.
	2	Temporal o transitorio	Cuando el tiempo de permanencia es de 1 a 10 años.
	3	Persistente	Cuando el tiempo de permanencia es entre 11 y 15 años.
	4	Permanente	Cuando el tiempo de permanencia es superior a 15 años

Atributo	Escala		Descripción
Reversibilidad (RV) La posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que ésta deja de actuar sobre el medio.	1	Reversible a corto plazo	Cuando el factor ambiental alterado puede retornar, sin intervención humana, a sus condiciones originales en un año.
	2	Reversible a medio plazo	Cuando el factor ambiental alterado puede retornar, sin intervención humana, a sus condiciones originales en un periodo de 1 a 10 años.
	3	Reversible a largo plazo	Cuando el factor ambiental alterado puede retornar, sin intervención humana, a sus condiciones originales en un periodo de entre 11 y 15 años
	4	Irreversible	Cuando el factor ambiental alterado no puede retornar, sin intervención humana, a sus condiciones originales en un periodo inferior a los 15 años.
Sinergia (SI) La acción de dos o más causas, que actúan simultáneamente, cuyo efecto es superior a la suma de los efectos individuales.	1	Sin sinergismo	Cuando la acción de dos o más causa simultaneas no supone un efecto mayor que la suma de los efectos individuales.
	4	Sinérgico	Cuando la acción de dos o más causa simultaneas supone un efecto mayor que la suma de los efectos individuales.
Acumulación (AC) El incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.	1	Simple	Cuando una acción se manifiesta sobre un solo componente, o cuyo efecto es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos.
	4	Acumulativo	Cuando la acción al prolongarse en el tiempo, incrementa progresivamente la magnitud del efecto, al carecer en el medio de mecanismos de eliminación.
Efecto (EF) Relación causa-efecto, es decir, la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción.	1	Indirecto	La manifestación del efecto no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario.
	4	Directo	Cuando la manifestación del efecto es consecuencia de la acción, sin intermediaciones anteriores.
Periodicidad (PR) La regularidad de manifestación del efecto	1	Esporádico	Cuando la acción que produce el efecto, y por tanto su manifestación, son infrecuentes, presentándose con carácter de excepcional.
	2	Irregular	Cuando la manifestación discontinua del efecto se repite en el tiempo de manera intermitente o esporádica.
	4	Periódico o continuo	Cuando la manifestación del efecto permanece constante en el tiempo.
Recuperabilidad (MC) Posibilidad de reconstrucción total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, por medio de la intervención humana.	1	Recuperable a corto plazo	La alteración del factor se recupera, al incorporar medidas en menos de 1 año.
	2	Recuperable a medio plazo	La alteración del factor se recupera, al incorporar medidas en un periodo de 1 a 10 años.
	3	Recuperable a largo plazo	La alteración del factor se recupera, al incorporar medidas en un periodo de 11 a 15 años.
	4	Mitigable o compensable	La alteración se recupera parcialmente, al cesar o no, la presión provocada por la acción, al incorporar medidas correctoras.
	8	Irrecuperable	Alteración imposible de reparar en su totalidad, por la acción humana (residual).

VERSIÓN PÚBLICA

Figura IV- 3 Atributos para determinar la importancia de los impactos ambientales

(IN) Intensidad, (EX) Extensión, (MO) Momento, (PE) Persistencia, (RV) Reversibilidad, (SI) Sinergia, (AC) Acumulación, (EF) Efecto, (PR) Periodicidad, (MC) Recuperabilidad)

IV.6.2. Valoración

Para valorar los impactos ambientales previstos a generar por el proyecto se utilizaron dos fórmulas diferentes para obtener la importancia y magnitud:

Determinación de la Importancia

Para obtener la importancia, la cual expresa el alcance del efecto de una acción sobre un factor ambiental, se realizó la fórmula propuesta por Conesa, V. (2010), que considera los 10 atributos descritos anteriormente en la caracterización:

Importancia (IMP)= IN + EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC

Determinación de la magnitud

Para determinar la magnitud del impacto ambiental, el cual está referido al grado de afectación de un componente en su calidad y cantidad; es decir, referido a la intensidad, extensión y duración de la afectación en términos relativos del marco de referencia adoptado (es decir, el SAR), se usó la fórmula propuesta por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación con los atributos previamente descritos de IN (intensidad), EX (extensión) y PE (persistencia):

Magnitud (MAG) = (IN*3) + (EX*2) + (PE*2)

Determinar la valoración final

Después de obtener la importancia y magnitud de cada impacto ambiental, se obtuvo la valorización final de cada impacto ambiental, la cual es resultado de la suma de la Importancia y Magnitud.

Valoración final (VF) = Importancia + Magnitud

IV.6.3. Evaluación

De acuerdo con la normatividad ambiental aplicable, un impacto ambiental significativo o relevante corresponde a aquella alteración generada por las actividades humanas o por fenómenos naturales que puede ocasionar afectaciones importantes sobre los ecosistemas, los recursos naturales o la salud de la población, comprometiendo la continuidad de los procesos naturales y el equilibrio del entorno.

VERSIÓN PÚBLICA

Con base en esta definición, a continuación, se presentan los rangos de valores considerados para determinar la significancia de los impactos ambientales identificados, lo que permite distinguir aquellos impactos con mayor o menor relevancia en las diferentes etapas del Proyecto.

Tabla IV-10 Rangos de valor para la determinación de significancia.

No significativos	Impacto que afecta a los componentes sin poner en riesgo los procesos ecosistémicos de los que forman parte dentro del SAR	Entre 17 y 46
Significativos	Impacto que provoca alteraciones que requieren medidas de mitigación o compensación para no afectar el funcionamiento o estructura del ecosistema dentro del SAR.	Entre 47 y 81
Críticos	Impacto significativo 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 dentro del SAR	Entre 82 y 108

IV.6.4. Matriz de evaluación de los impactos ambientales

Como resultado del análisis antes descrito, se obtuvo la matriz de evaluación de impactos ambientales (ver siguiente tabla), la cual permite identificar la importancia, magnitud, valoración final y significancia de los impactos potenciales asociados a cada etapa del Proyecto.

La valoración de los impactos se realizó con base en la matriz de identificación de interacciones, por lo que únicamente se evaluaron aquellas actividades donde existe relación con algún factor ambiental. En los casos donde no se identificó interacción, se asignó un valor de “0”, indicando que no se prevé afectación sobre el componente evaluado.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla IV-11 Evaluación de impactos ambientales

No.	Impacto ambiental	Etapa	ID	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMP	MAG	VF	SIGNIFICANCIA
1	Modificación temporal de la calidad del aire	PS	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	17	7	24	No significativo
		C	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	17	7	24	No significativo
		OM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	No hay interacción
		D	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	12	5	17	No significativo
2	Modificación temporal del confort sonoro	PS	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	17	7	24	No significativo
		C	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	17	7	24	No significativo
		OM	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	12	5	17	No significativo
		D	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	12	5	17	No significativo
3	Afectación al patrón hidrológico superficial	PS	2	1	4	1	1	1	1	4	1	1	17	10	27	No significativo
		C	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	12	7	19	No significativo
		OM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	No hay interacción
		D	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	12	7	19	No significativo
4	Alteración en la calidad del agua superficial (escurrimientos)	PS	1	1	1	1	1	1	1	4	2	1	14	7	21	No significativo
		C	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	12	5	17	No significativo
		OM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	No hay interacción
		D	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	11	5	16	No significativo
5	Modificación de la capacidad de infiltración	PS	1	2	4	1	1	1	1	4	2	1	18	10	28	No significativo
		C	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	12	7	19	No significativo
		OM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	No hay interacción
		D	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	12	7	19	No significativo
6	Modificación de la calidad del suelo	PS	1	2	1	1	1	1	1	4	2	1	15	9	24	No significativo
		C	2	1	4	1	1	1	1	4	2	1	18	10	28	No significativo
		OM	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	12	5	17	No significativo
		D	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	12	5	17	No significativo
7	Modificación de la susceptibilidad de erosión	PS	2	2	4	1	2	1	2	4	2	4	24	12	36	No significativo

VERSIÓN PÚBLICA

No.	Impacto ambiental	Etapa	ID	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMP	MAG	VF	SIGNIFICANCIA
		C	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	12	7	19	No significativo
		OM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	No hay interacción
		D	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	12	7	19	No significativo
8	Pérdida de cobertura vegetal	PS	2	2	4	4	4	2	4	4	2	8	36	18	54	Significativo
		C	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	12	7	19	No significativo
		OM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	No hay interacción
		D	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	11	5	16	No significativo
9	Pérdida de individuos de flora	PS	2	2	4	2	2	1	2	4	2	4	25	15	40	No significativo
		C	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	12	7	19	No significativo
		OM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	No hay interacción
		D	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	11	5	16	No significativo
10	Modificación del hábitat	PS	1	2	4	4	4	1	4	4	1	4	29	15	44	No significativo
		C	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	12	7	19	No significativo
		OM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	No hay interacción
		D	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	11	5	16	No significativo
11	Desplazamiento de individuos de fauna	PS	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	17	9	26	No significativo
		C	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	12	5	17	No significativo
		OM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	3	13	No significativo
		D	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	11	5	16	No significativo
12	Electrocución y/o colisión de individuos de avifauna	PS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	No hay interacción
		C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	No hay interacción
		OM	2	2	4	2	2	1	2	4	2	4	25	15	40	No significativo
		D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	No hay interacción

VERSIÓN PÚBLICA

IV.7. Descripción de los impactos ambientales

A continuación, se presenta la descripción de los impactos ambientales previstos a generar por el proyecto en sus diferentes etapas.

a) Modificación de la calidad del aire

Medio	Componente	Factor
Abiótico	Aire	Calidad del aire
Etapa	**Significancia**	
Preparación de sitio	No significativo	
Construcción	No significativo	

El impacto ambiental de Modificación de la calidad del aire se generará durante las etapas de preparación del sitio y construcción, debido al uso de maquinaria, equipo y vehículos necesarios para las actividades de desmonte, despalme, excavaciones, nivelación y traslado de materiales. Estas actividades ocasionarán emisiones de gases de combustión y suspensión de partículas de polvo.

No obstante, el impacto ambiental será temporal, puntual y reversible, ya que las emisiones únicamente se presentarán mientras la maquinaria se encuentre en operación y durante las jornadas laborales. Asimismo, al tratarse de un espacio abierto, los contaminantes podrán dispersarse rápidamente por efecto de las condiciones de viento presentes en la zona.

Es por ello, y conforme a los criterios de los atributos, que el impacto de Modificación de la calidad del aire es clasificado como NO SIGNIFICATIVO.

b) Modificación del confort sonoro

Medio	Componente	Factor
Abiótico	Aire	Ruido
Etapa	**Significancia**	
Preparación de sitio	No significativo	
Construcción	No significativo	

La Modificación del confort sonoro se generará durante las etapas de preparación del sitio y construcción, debido al funcionamiento de maquinaria, vehículos y equipo necesario para el desarrollo de las obras del proyecto, lo que ocasionará un incremento temporal de los niveles de ruido en el ambiente.

VERSIÓN PÚBLICA

El impacto ambiental se considera puntual, temporal y reversible, debido a que el ruido solamente se percibirá en las áreas cercanas donde opere la maquinaria y exclusivamente durante los horarios de trabajo establecidos. Asimismo, el proyecto se desarrollará en un espacio abierto, lo que favorecerá la dispersión del ruido y disminuirá su permanencia en el ambiente.

Es por ello, y conforme a los criterios de los atributos, que el impacto de Modificación del confort sonoro es clasificado como NO SIGNIFICATIVO.

c) Afectación al patrón hidrológico superficial

Medio	Componente	Factor
Abiótico	Agua superficial	Calidad del agua
Etapa	**Significancia**	
Preparación de sitio	No significativo	
Construcción	No significativo	

La Afectación al patrón hidrológico superficial se generará durante la preparación del sitio, derivado de las actividades de excavación, nivelación y adecuación del terreno para la instalación de la infraestructura del proyecto, las cuales podrían modificar temporalmente la dirección natural de los escurrimientos superficiales.

Sin embargo, el impacto ambiental será puntual, temporal y reversible, ya que únicamente se presentará dentro del área de desplante de obras. Además, el proyecto contempla obras de control y conducción pluvial que permitirán mantener el flujo natural de los escurrimientos superficiales dentro del área.

Es por ello, y conforme a los criterios de los atributos, que el impacto de Afectación al patrón hidrológico superficial es clasificado como NO SIGNIFICATIVO.

d) Alteración en la calidad del agua superficial (escurrimientos)

Medio	Componente	Factor
Abiótico	Agua superficial	Escurrimientos
Etapa	**Significancia**	
Preparación de sitio	No significativo	
Construcción	No significativo	
Operación y mantenimiento	No significativo	

VERSIÓN PÚBLICA

La Alteración en la calidad del agua superficial se podrá generar por el manejo inadecuado de residuos sólidos y líquidos, así como por derrames accidentales de combustibles o hidrocarburos durante la etapa de preparación del sitio.

Este impacto ambiental se considera puntual, temporal y reversible, ya que únicamente podría presentarse en las zonas donde exista manejo de maquinaria, almacenamiento temporal de residuos o tránsito de vehículos. Asimismo, los escurrimientos superficiales presentes en el área son de carácter intermitente, por lo que el impacto solo podría presentarse durante eventos de lluvia.

Además, el proyecto contempla medidas preventivas para el adecuado manejo de residuos y mantenimiento de maquinaria, reduciendo considerablemente la probabilidad de afectación.

Es por ello, y conforme a los criterios de los atributos, que el impacto de Alteración en la calidad del agua superficial es clasificado como NO SIGNIFICATIVO.

e) Modificación de la capacidad de infiltración

Medio	Componente	Factor
Abiótico	Agua subterránea	Infiltración
Etapa	**Significancia**	
Preparación de sitio	No significativo	
Construcción	No significativo	

La Modificación de la capacidad de infiltración se generará principalmente durante la etapa de preparación del sitio, debido a las actividades de despalme, nivelación y compactación del suelo requeridas para la instalación de la infraestructura del proyecto.

Estas actividades disminuirán temporalmente la porosidad natural del suelo y, por consecuencia, la capacidad de infiltración del agua pluvial dentro del área de desplante de obras. Asimismo, la remoción de vegetación reducirá temporalmente la retención natural de humedad en el suelo.

No obstante, el impacto ambiental se considera mitigable, ya que el proyecto contempla áreas libres de infraestructura y revegetación con vegetación herbácea, lo que permitirá recuperar parcialmente las condiciones de infiltración del terreno.

Es por ello, y conforme a los criterios de los atributos, que el impacto de Modificación de la capacidad de infiltración es clasificado como SIGNIFICATIVO.

VERSIÓN PÚBLICA

f) Modificación de la calidad del suelo

Medio	Componente	Factor
Abiótico	Suelo	Calidad del suelo
Etapa	**Significancia**	
Preparación de sitio	No significativo	
Construcción	No significativo	
Operación y mantenimiento	No significativo	

La Modificación de la calidad del suelo se podrá generar por la compactación ocasionada por el tránsito de maquinaria y equipo, así como por el manejo inadecuado de residuos sólidos y líquidos durante las diferentes etapas del proyecto.

La compactación puede alterar las propiedades físicas del suelo, mientras que un derrame accidental de hidrocarburos o residuos podría modificar temporalmente sus características químicas. Sin embargo, el impacto ambiental se considera puntual, temporal y reversible, debido a que únicamente se presentaría en áreas específicas del proyecto y puede prevenirse mediante la correcta aplicación de medidas de manejo ambiental.

Asimismo, el proyecto contempla almacenamiento temporal adecuado de residuos, mantenimiento preventivo de maquinaria y atención inmediata de posibles derrames.

Es por ello, y conforme a los criterios de los atributos, que el impacto de Modificación de la calidad del suelo es clasificado como NO SIGNIFICATIVO.

g) Modificación de la susceptibilidad de erosión

Medio	Componente	Factor
Abiótico	Suelo	Estabilidad del suelo
Etapa	**Significancia**	
Preparación de sitio	No significativo	
Construcción	No significativo	

La Modificación de la susceptibilidad de erosión se generará durante la preparación del sitio debido al desmonte y despalme, actividades que dejarán áreas de suelo expuestas a procesos erosivos de tipo hídrico y eólico.

VERSIÓN PÚBLICA

La remoción de la cobertura vegetal disminuye la protección natural del suelo frente a la acción del viento y el agua, favoreciendo el arrastre de partículas superficiales. Este impacto podrá presentarse principalmente en las áreas donde se realicen las obras de desplante del proyecto.

Sin embargo, el impacto ambiental se considera mitigable, ya que el proyecto contempla medidas de control de erosión y revegetación en áreas libres de obras, lo que permitirá disminuir progresivamente la susceptibilidad erosiva del terreno.

Es por ello, y conforme a los criterios de los atributos, que el impacto de Modificación de la susceptibilidad de erosión es clasificado como SIGNIFICATIVO.

h) Pérdida de cobertura vegetal

Medio	Componente	Factor
Biótico	Flora	Cobertura vegetal
Etapa	**Significancia**	
Preparación de sitio	Significativo	
Construcción	No significativo	

La Pérdida de cobertura vegetal se generará durante la preparación del sitio por las actividades de desmonte y despalme requeridas para la instalación de la infraestructura del proyecto.

El impacto ambiental será extenso dentro del polígono del proyecto, debido a que se removerá la vegetación presente en las áreas de desplante. Asimismo, la eliminación de la cobertura vegetal ocasionará cambios temporales en las condiciones ecológicas del sitio.

No obstante, el proyecto contempla revegetación en áreas libres y debajo de los paneles, permitiendo el establecimiento de vegetación herbácea. Sin embargo, la vegetación original no podrá recuperarse completamente bajo las mismas condiciones previas al proyecto.

Es por ello, y conforme a los criterios de los atributos, que el impacto de Pérdida de cobertura vegetal es clasificado como SIGNIFICATIVO.

I) Pérdida de individuos de flora

Medio	Componente	Factor
Biótico	Flora	Individuos vegetales
Etapa	**Significancia**	
Preparación de sitio	Significativo	
Construcción	No significativo	

VERSIÓN PÚBLICA

La Pérdida de individuos de flora se generará durante las actividades de desmonte y despalme en la etapa de preparación del sitio, debido a la remoción directa de ejemplares vegetales presentes dentro del área de obras.

Este impacto ambiental será permanente sobre los individuos removidos; sin embargo, se considera mitigable debido a que el proyecto contempla el rescate y reubicación de especies susceptibles de ser trasplantadas, así como actividades de revegetación en áreas libres.

Asimismo, las especies presentes dentro del polígono del proyecto se encuentran representadas dentro del SAR, por lo que no se prevé una afectación considerable sobre la distribución regional de la vegetación.

Es por ello, y conforme a los criterios de los atributos, que el impacto de Pérdida de individuos de flora es clasificado como SIGNIFICATIVO.

j) Disminución del área de ocupación de fauna

Medio	Componente	Factor
Biótico	Fauna	Hábitat
Etapa	**Significancia**	
Preparación de sitio	No significativo	
Construcción	No significativo	
Operación y mantenimiento	No significativo	

La Disminución del área de ocupación de fauna se generará como consecuencia de la remoción de vegetación durante la preparación del sitio, debido a que algunas especies perderán temporalmente áreas utilizadas para refugio, alimentación y desplazamiento.

No obstante, el impacto ambiental se considera temporal y reversible, ya que la fauna podrá desplazarse hacia áreas contiguas con características similares presentes dentro de la región ecológica. Además, el proyecto contempla revegetación en áreas libres, favoreciendo la recuperación parcial de las condiciones del hábitat.

Cabe señalar que los tipos de vegetación presentes en el área del proyecto se encuentran ampliamente representados dentro de la región ecológica y zonas aledañas.

Es por ello, y conforme a los criterios de los atributos, que el impacto de Disminución del área de ocupación de fauna es clasificado como NO SIGNIFICATIVO.

VERSIÓN PÚBLICA

k) Pérdida de individuos de fauna

Medio	Componente	Factor
Biótico	Fauna	Individuos faunísticos
Etapa	**Significancia**	
Preparación de sitio	No significativo	
Construcción	No significativo	

La Pérdida de individuos de fauna se podrá generar durante las actividades de preparación del sitio, principalmente por el uso de maquinaria, tránsito de vehículos y remoción de vegetación, lo que podría afectar individuos con baja capacidad de desplazamiento.

Sin embargo, el impacto ambiental se considera puntual, temporal y mitigable, debido a que el proyecto contempla actividades de ahuyentamiento y rescate de fauna previo al inicio de las obras, disminuyendo la probabilidad de afectación directa a los organismos presentes en el área.

Asimismo, las especies registradas en el sitio presentan amplia distribución dentro del SAR y regiones aledañas.

Es por ello, y conforme a los criterios de los atributos, que el impacto de Pérdida de individuos de fauna es clasificado como NO SIGNIFICATIVO.

l) Electrocución y/o colisión de individuos de avifauna

Medio	Componente	Factor
Biótico	Fauna	Avifauna
Etapa	**Significancia**	
Operación y mantenimiento	No significativo	

La Electrocución y/o colisión de individuos de avifauna se podrá generar durante las etapas de construcción y operación del proyecto debido a la presencia de infraestructura asociada, como líneas eléctricas y estructuras del sistema fotovoltaico.

El impacto ambiental se considera puntual y de baja magnitud, debido a que la infraestructura no representa una barrera extensa dentro del SAR y porque las aves podrán continuar desplazándose en áreas aledañas. Asimismo, el proyecto contempla medidas preventivas orientadas a disminuir el riesgo de colisión y electrocución de aves.

Cabe señalar que las especies de avifauna registradas en el área presentan amplia distribución regional y no dependen exclusivamente del sitio del proyecto.

Es por ello, y conforme a los criterios de los atributos, que el impacto de Electrocución y/o colisión de individuos de avifauna es clasificado como NO SIGNIFICATIVO.

VERSIÓN PÚBLICA

IV.7.2. Impactos Ambientales Acumulativos, Residuales y Sinérgicos

Una vez identificados y evaluados los impactos ambientales del Proyecto, se realizó el análisis de aquellos que, por sus características, podrían presentarse de manera acumulativa, sinérgica o residual. Este análisis permite reconocer si los efectos derivados de las obras y actividades del Proyecto podrían sumarse con otras afectaciones existentes en el área, intensificarse por la interacción entre impactos, o permanecer aun después de aplicar las medidas de prevención y mitigación correspondientes.

Para ello, se consideraron los impactos previamente identificados en la matriz de evaluación, así como las condiciones actuales de la región ecológica y las actividades que se desarrollan en su entorno. De esta manera, se buscó determinar si el Proyecto podría generar efectos adicionales relevantes sobre los componentes ambientales evaluados.

Impactos acumulativos

El Artículo 3°, fracción VII del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), el cual define al impacto ambiental acumulativo como:

"El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente".

Con base en lo anterior, en este apartado se identifican aquellos impactos ambientales que podrían presentar un efecto acumulativo dentro de la región ecologica, derivado de la interacción del Proyecto con otras obras y actividades existentes en el entorno.

Dentro de la región ecológica se identifican diferentes actividades de origen antrópico, tales como caminos, vialidades, infraestructura eléctrica, actividades agropecuarias y áreas con intervención previa, las cuales han generado modificaciones puntuales sobre algunos componentes ambientales.

Es por ello que el Atributo de Acumulación (AC), se evalúo con el valor menor (1) si no es acumulativo, tal y como lo indica los criterios que a continuación se presentan.

Tabla IV-12 Criterios para los impactos acumulativos.

Atributo	Criterio	Valor
Acumulativo	Cuando existen otras acciones similares producidas por obras y actividades diferentes al proyecto y que afecten el mismo factor dentro del SAR y contiguo al polígono del proyecto	4
No acumulativo	Cuando no existen otras acciones similares producidas por obras y actividades diferentes al proyecto y que afecten el mismo factor dentro del SAR.	1

De acuerdo a esto, es que se pudo determinar que cuatro de los impactos ambientales previstos a generar por el proyecto, serán acumulativos.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla IV-13 Impactos acumulativos.

Impacto ambiental	Etapa	Atributo	Valor	Criterio	Acumulativo
Afectación al patrón hidrológico superficial	PS	Acumulación (AC)	4	La modificación de escurrimientos puede sumarse a alteraciones existentes derivadas de caminos y actividades previas presentes en la región ecológica.	SÍ
Modificación de la susceptibilidad de erosión	PS	Acumulación (AC)	4	La exposición del suelo puede incrementar procesos erosivos ya presentes dentro de la región ecológica.	SÍ
Pérdida de individuos de flora	PS	Acumulación (AC)	4	La pérdida de individuos vegetales incrementa las modificaciones previamente existentes sobre la cobertura natural.	SÍ

Impactos sinérgicos

De acuerdo con el Artículo 3°, fracción VIII del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), un impacto sinérgico corresponde a:

"Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente".

Con base en esta definición, se analizaron las posibles interacciones entre los impactos identificados para determinar si la combinación de las actividades del Proyecto podría generar efectos ambientales de mayor magnitud sobre los componentes de la región ecológica como se muestra a continuación.

Tabla IV-14 Impactos sinérgicos.

Impacto ambiental	Etapa	Atributo	Valor	Criterio	Sinérgico
Modificación temporal de la calidad del aire	PS	Sinergia (SI)	2	La generación de partículas y emisiones puede combinarse con el tránsito de vehículos y uso de maquinaria durante las obras.	SÍ
Modificación temporal del confort sonoro	PS	Sinergia (SI)	2	El uso simultáneo de maquinaria, vehículos y actividades constructivas puede incrementar temporalmente los niveles de ruido.	SÍ
Desplazamiento de individuos de fauna	PS	Sinergia (SI)	2	El ruido, movimiento de maquinaria y modificación del entorno pueden actuar conjuntamente sobre la fauna silvestre.	SÍ

VERSIÓN PÚBLICA

Derivado del análisis realizado, se identificó que los impactos con posibilidad de presentar comportamiento sinérgico corresponden principalmente a aquellos relacionados con la remoción de vegetación y las modificaciones temporales sobre el hábitat, ya que estas actividades pueden favorecer, de manera conjunta, el desplazamiento temporal de fauna y la modificación de las condiciones naturales del sitio.

No obstante, debido a que el Proyecto contempla medidas de prevención, manejo ambiental y revegetación, además de que las afectaciones se desarrollarán de manera **puntual y localizada**, no se prevé la generación de efectos sinérgicos de alta magnitud dentro de la región ecológica.

Impactos residuales

Con la aplicación de las medidas de prevención y mitigación propuestas, es posible disminuir la magnitud y significancia de los impactos ambientales identificados; sin embargo, algunos efectos podrían permanecer aun después de implementar dichas medidas, los cuales son considerados impactos residuales.

De acuerdo con el Artículo 3°, fracción X del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), un impacto residual se define como:

"Impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación".

En este sentido, la identificación de impactos residuales se realizó considerando el atributo de recuperabilidad (MC), particularmente en aquellos casos donde el componente ambiental no puede regresar completamente a sus condiciones originales aun con la aplicación de medidas ambientales.

Tabla IV-15 criterios para impactos residuales.

Atributo	Criterio	Valor
Recuperable a corto plazo	Cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en el tiempo.	1
Recuperable a medio plazo	Cuyo efecto puede eliminarse con medidas en menos de 1 año	2
Mitigable	Cuyo efecto puede eliminarse con medias correctoras de 1 a 10 años	4
Irrecuperable	Cuyo efecto puede minorarse con medidas	8

Conforme a los criterios anteriores se determinó lo siguiente:

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla IV-16 Impactos Residuales.

Impacto ambiental	Etapa	Atributo	Valor	Criterio	Residual
Alteración en la calidad del agua superficial	PS	Recuperabilidad (MC)	4	Aun con medidas de control, podrían presentarse modificaciones puntuales relacionadas con arrastre de sedimentos y escurrimientos.	SÍ
Modificación de la capacidad de infiltración	PS	Recuperabilidad (MC)	4	La compactación parcial del suelo puede permanecer durante parte de la vida útil del Proyecto.	SÍ
Modificación de la calidad del suelo	PS	Recuperabilidad (MC)	4	Las modificaciones físicas del suelo podrían persistir parcialmente aun con medidas de manejo ambiental.	SÍ
Pérdida de cobertura vegetal	PS	Recuperabilidad (MC)	8	La ocupación permanente de ciertas áreas impide la recuperación total de la cobertura vegetal original.	SÍ
Modificación del hábitat	PS	Recuperabilidad (MC)	8	La instalación permanente de infraestructura ocasionará cambios parciales en las condiciones naturales del sitio.	SÍ
Electrocución y/o colisión de individuos de avifauna	OM	Recuperabilidad (MC)	4	Durante la operación podría existir riesgo potencial para avifauna asociado a la infraestructura eléctrica.	SÍ

Para el Proyecto, los impactos residuales se relacionan principalmente con la pérdida de cobertura vegetal, la modificación del hábitat y algunos cambios sobre las características del suelo, debido a que la instalación de infraestructura implica una modificación parcial y permanente de ciertas áreas dentro del polígono del Proyecto.

No obstante, se prevé que dichos efectos permanezcan localizados y sean parcialmente compensados mediante las acciones de manejo y restauración ambiental propuestas.

IV.8. Área de Influencia

El área de influencia del proyecto corresponde al espacio donde las obras y actividades previstas podrían generar cambios directos o indirectos sobre los componentes ambientales, sociales y paisajísticos del entorno. Su delimitación se realizó considerando las características del proyecto, la distribución de las obras, los procesos constructivos y operativos, así como la interacción con los elementos presentes en la región ecológica.

Para su definición se analizaron las características fisiográficas, hidrológicas y de escurrimiento superficial presentes en la zona, debido a que la nanocuenca constituye la unidad territorial inmediata donde podrían manifestarse modificaciones relacionadas con el movimiento de materiales, alteración del suelo, infiltración, escurrimientos y transporte de sedimentos.

En este sentido, el área de influencia directa corresponde a las superficies donde se desarrollarán las obras y actividades del proyecto, así como las zonas requeridas para operación y maniobras, en las cuales los impactos ocurren de manera inmediata sobre los componentes ambientales.

VERSIÓN PÚBLICA

Por otra parte, el área de influencia indirecta comprende las áreas circundantes integradas dentro de la misma nano cuenca, donde podrían presentarse efectos secundarios asociados principalmente a cambios en la dinámica hidrológica superficial, patrones de escurrimiento, infiltración y conectividad ambiental, aun cuando no se contemple intervención directa sobre dichas superficies.

La consideración de la nanocuenca como criterio de delimitación permite evaluar de manera integral la interacción entre el proyecto y los procesos ambientales del entorno, particularmente aquellos relacionados con el comportamiento hidrológico y la posible propagación de impactos ambientales acumulativos o indirectos.

IV.9. Descripción y Análisis de Escenarios.

Dada la identificación y evaluación de los impactos ambientales, asi como el establecimiento de las medidas preventivas y de mitigacion que serán aplicadas para dar atención a cada uno de ellos, y en cumplimiento a lo indicado en el REIA, en el Articulo 13, Sección VII se presenta el análisis de pronósticos ambientales, y en su caso, evaluación de alternativas, para el proyecto.

El análisis de pronósticos es un estudio para evaluar los posibles efectos, tanto positivos como negativos, en probables escenarios a determinados intervalos de tiempo, después de la modificación o alteración de un sitio o un área. Un diagnóstico, e identificación de las interacciones entre los patrones espaciales, y los distintos procesos ecológicos, evitará o reducirá daños al ecosistema. La comparación del estado actual del ecosistema previo al inicio, durante y después del proyecto, contemplando cada uno de los elementos que sufrieron cambios, dará una mayor certidumbre que permitirá el desarrollo de medidas de manejo ambiental para la disminución de las alteraciones que pudieran presentarse.

De acuerdo con Gómez-Orea (2014), “el pronóstico consiste en proyectar, a partir del conocimiento adquirido en el diagnóstico, la situación actual a una situación futura, teniendo en cuenta las tendencias de evolución de las diferentes variables, así como innovaciones o “saltos” que opcionalmente se podrían producir”.

Por lo tanto, es fundamental que la información actual adquirida a través del Diagnóstico Ambiental de la Region Ecológica (SAR), se utilice para realizar la construcción de todos los posibles escenarios futuros.

La construcción de este escenario se realizará tomando como base las tendencias de cambio descritas anteriormente y sobreponiendo los impactos ambientales relevantes (severos o críticos) que generará el proyecto la Región Ecológica; sin considerar la implementación de acciones tendientes a prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales generados por el proyecto.

IV.9.1. Escenario 2. Descripción y análisis del escenario con proyecto

En este escenario se presenta la descripción y análisis de la calidad ambiental del SAR, considerando al proyecto como variable de cambio, para ello se tomó como base el análisis presentado en el primer escenario, pero

VERSIÓN PÚBLICA

ahora integrando los efectos que provocarán los impactos ambientales previstos a generar por el proyecto sobre los componentes ambientales.

De esta manera, dado que el área de desplante del proyecto cuenta con vegetación natural (i.e., matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo y de mezquital xerófilo, considerados como forestales), se esperan cambios en la flora, debido a la pérdida de cobertura vegetal por las actividades de desmonte durante la etapa de preparación del sitio. Una vez que la vegetación se haya retirado, no podrá recuperarse por medios naturales, de tal forma que este impacto será permanente e irreversible en el AP. Derivado de la disminución de la cobertura vegetal, se prevé provocar efectos sobre otros componentes del ambiente, por ejemplo: la pérdida de capa orgánica de suelo debido a la exposición del suelo ante agentes erosivos como el viento y el agua pluvial; y la modificación del hábitat que la fauna utiliza, provocando una reducción de las áreas de alimentación, reproducción y descanso de las especies.

Simultáneamente, debido a las acciones de desmonte y despalme, podrían ocasionar afectaciones a los individuos de fauna, por el ruido y la circulación de maquinaria y vehículos que podría derivar en atropellamiento. Se prevé que estas posibles afectaciones sean temporales y de extensión puntual. Del mismo modo, la construcción y operación de la Línea de Transmisión podría provocar electrocutamiento y/o colisión de avifauna, toda vez que, estas suelen ser atraídas por estas estructuras para utilizarlas como sitios de caza, de percha y anidación (SEMARNAT-CONANP, 2007) .

Es importante mencionar que, aunque en el AP se registraron dos especies de fauna bajo categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (i.e., Cophosaurus texanus y Buteo swainsoni), se espera que no sean afectadas por el desarrollo del proyecto debido a que tienen una amplia distribución, no se distribuyen exclusivamente en el AP, y generalmente huyen o se desplazan ante la presencia de personal.

La operación de maquinaria y vehículos también ocasionara efectos en el aire, ya que se incrementarán los niveles de ruido y la emisión de contaminantes que actualmente hay en el área, provocando la modificación de la calidad del aire y del confort sonoro. No obstante, se prevé que estas modificaciones sean temporales, restringiéndose a los horarios y días laborales.

Del mismo modo, el uso de estas unidades podría suscitar derrames accidentales de hidrocarburos que pueden generar contaminación, modificando la calidad del suelo; que igualmente puede suscitarse en caso de realizarse un manejo inadecuado de los residuos sólidos y líquidos que se generen por las actividades del proyecto. Asimismo, la calidad del suelo podría modificarse en sitios específicos del AP, por compactación ante el uso constante de maquinaria. Se prevé que los impactos producidos al suelo por el desarrollo del proyecto sean temporales y reversibles en cuanto se concluyan las actividades de preparación y construcción y al limitarse las actividades al sitio en el que se desarrollan las obras.

Finalmente, se pronostica que el desarrollo del proyecto contribuya en la generación de energía limpia y renovable, que si bien puede generar incidencia en algunos componentes ambientales, como lo es la flora, la fauna,

VERSIÓN PÚBLICA

el suelo y el aire, al reducir la calidad ambiental del SAR (no significativamente), no implicará un desequilibrio en el funcionamiento de sus procesos ambientales, lo cual respalda la viabilidad del proyecto.

IV.10. Medidas Preventivas, de Mitigación, Compensación y Restauración

De acuerdo con los apartados anteriores, se identificaron 12 impactos ambientales potenciales a generar con el desarrollo del proyecto, sobre 6 Componentes Ambientales: Flora, Fauna, Agua Superficial, Agua Subterránea Suelo, Aire.

En las siguientes tablas, se describe de manera general las medidas preventivas, de mitigación y/o restauración a implementar. Considerando la siguiente información para el contenido de las columnas:

Impacto Ambiental: Impacto ambiental identificado y evaluado, el cual será atendido a través de las medidas ambientales.

Medida Ambiental: Acciones que se implementarán para prevenir, mitigar o compensar el impacto ambiental identificado.

Tipo: Clasificación de la medida Preventiva (P), Mitigación (M), Restauración (R) o Compensación (C).

Etapa: Etapa del proyecto en la que se ejecutará la medida Preparación de sitio (PS), Construcción (C), Operación y mantenimiento (OP) y Abandono (A).

Indicador: Parámetro o elemento que permita evaluar o verificar el grado de cumplimiento y eficiencia de la medida.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla IV-17 Descripción de las estartegias de prevención, mitigación y compensación para el Componente Flora.

COMPONENTE FLORA					
Impacto ambiental	Estrategia de prevención, mitigación o compensación	Tipo	Objetivo	Etapa y duración de ejecución	Indicador Ambiental
Pérdida de cobertura vegetal	Delimitación del área del proyecto.	P	Establecer los límites del proyecto para prevenir la generación de impactos ambientales fuera de este.	Previo a la preparación de sitio, por la vida útil del proyecto.	No aplica
	Acciones de rescate y reubicación de flora.	M C	Prevenir la pérdida de diversidad florística del área del proyecto y mitigar la pérdida de cobertura vegetal, como sus impactos asociados	Previo a la preparación de sitio y construcción por un periodo de 5 años	Superficie con pérdida de vegetación permanente Pérdida total de individuos de flora silvestre.
	Reincorporación de suelo despalmado.	M	Generar un aporte de nutrientes para la revegetación del suelo, así como una forma de protección ante la erosión.	Al finalizar la etapa operativa, previo a la reubicación de flora.	No aplica.
	Prohibición de colecta, comercialización u extracción de flora.	P	Garantizar la permanencia y protección de los individuos de flora silvestre en el área del proyecto por parte del personal que labora en el proyecto.	Durante la vida útil del proyecto.	No aplica
Pérdida de individuos de flora	Delimitación del área del proyecto.	P	Establecer los límites del proyecto para prevenir la generación de impactos ambientales fuera de este.	Previo a la preparación de sitio, por la vida útil del proyecto.	No aplica
	Acciones de rescate y reubicación de flora.	M C	Prevenir la pérdida de diversidad florística del área del proyecto y mitigar la pérdida de cobertura vegetal, como sus impactos asociados	Previo a la preparación de sitio por un periodo de 5 años.	Superficie con pérdida de vegetación permanente Pérdida total de individuos de flora silvestre.
	Mantenimiento y monitoreo de individuos de flora reubicados	P	Aumentar la posibilidad de sobrevivencia de la flora silvestre sometida a rescate.	Durante el resguardo temporal por un periodo de 5 años.	Pérdida total de individuos de flora silvestre.

VERSIÓN PÚBLICA

COMPONENTE FLORA					
Impacto ambiental	Estrategia de prevención, mitigación o compensación	Tipo	Objetivo	Etapa y duración de ejecución	Indicador Ambiental
	Capacitación del personal para la protección de la flora.	P	Reforzar el conocimiento ambiental del personal respecto a la protección de la vegetación.	Durante la aplicación del Programa de Manejo de Flora.	No aplica.
	Prohibición de colecta, comercialización u extracción de flora.	P	Garantizar la permanencia y protección de los individuos de flora silvestre en el área por parte del personal que labora en el proyecto.	Durante la vida útil del proyecto.	No aplica

Tabla IV-18 Descripción de las estrategias de prevención, mitigación y compensación para el Componente Fauna

COMPONENTE FAUNA					
Impacto ambiental	Estrategias de prevención, mitigación y compensación	Tipo	Objetivo	Etapa y duración de ejecución	Indicador Ambiental
Disminución del área de ocupación de la fauna	Delimitación del área del proyecto.	P	Establecer los límites del proyecto para prevenir la generación de impactos ambientales fuera de este.	Previo a la preparación de sitio, por la vida útil del proyecto.	No aplica
	Acciones de rescate y reubicación de flora.	M C	Prevenir la pérdida de diversidad florística del área del proyecto y mitigar la pérdida de cobertura vegetal, como sus impactos asociados	Previo a la preparación de sitio por un periodo de 5 años.	Superficie con pérdida de vegetación permanente Pérdida total de individuos de flora silvestre.
	Rescate, traslado y reubicación de fauna	P M	Prevenir la pérdida o afectaciones físicas de los individuos de fauna silvestre de lento desplazamiento o atrapados en el área del proyecto.	Durante la preparación de sitio y construcción.	Pérdida total de individuos de fauna silvestre.
	Revisión e inhabilitación de nidos y madrigueras	P M	Prevenir la pérdida o afectaciones físicas a la fauna silvestre en etapas tempranas de su desarrollo, así como prevenir que el desarrollo del proyecto interrumpa procesos biológicos de las especies.	Previo a la preparación de sitio.	No aplica

VERSIÓN PÚBLICA

COMPONENTE FAUNA					
Impacto ambiental	Estrategias de prevención, mitigación y compensación	Tipo	Objetivo	Etapa y duración de ejecución	Indicador Ambiental
	Colocación de pasos de fauna en la malla perimetral.	M	Permitir la conectividad de hábitat de las especies entre el área del proyecto y las zonas naturales fuera de esta y, el restablecimiento de las funciones ecológicas dentro del área del proyecto.	Durante la etapa operativa.	Prevalencia de especies en el área del proyecto
	Monitoreo de prevalencia de especies en el área del proyecto.	-	Permite conocer la composición de especies en el área del proyecto.	Durante la etapa operativa.	Prevalencia de especies en el área del proyecto
Pérdida de individuos de fauna	Ahuyentamiento de fauna silvestre.	P	Generar el desplazamiento de los individuos de fauna con capacidad de desplazarse fuera del área del proyecto, previniendo afectaciones durante la construcción.	Durante la preparación de sitio y construcción.	Pérdida total de individuos de fauna silvestre.
	Revisión e inhabilitación de nidos y madrigueras	P M	Prevenir la pérdida o afectaciones físicas a la fauna silvestre en etapas tempranas de su desarrollo, así como prevenir que el desarrollo del proyecto interrumpa procesos biológicos de las especies.	Previo a la preparación de sitio.	Pérdida total de individuos de fauna silvestre.
	Establecimiento de límites máximos de velocidad	P M	Reducir el riesgo de atropellamientos de la fauna silvestre.	Durante la vida útil del proyecto.	Pérdida total de individuos de fauna silvestre.
	Prohibición de captura, comercialización u hostigamiento de fauna silvestre.	P	Garantizar la permanencia y protección de los individuos de fauna silvestre en el área, por parte del personal que labora en el proyecto.	Durante la vida útil del proyecto.	No aplica
	Capacitación del personal para la protección de la fauna silvestre.	P	Reforzar el conocimiento ambiental del personal respecto a la protección de la fauna.	Durante la aplicación del Programa de Manejo de Fauna.	No aplica.

VERSIÓN PÚBLICA

COMPONENTE FAUNA					
Impacto ambiental	Estrategias de prevención, mitigación y compensación	Tipo	Objetivo	Etapa y duración de ejecución	Indicador Ambiental
Electrocución y/o colisión de individuos de avifauna.	Revisión e inhabilitación de nidos y madrigueras	P M	Prevenir la pérdida o afectaciones físicas a la fauna silvestre en etapas tempranas de su desarrollo, así como prevenir que el desarrollo del proyecto interrumpa procesos biológicos de las especies.	Previo a la preparación de sitio.	Pérdida total de individuos de fauna silvestre.
	Colocación de disuasores de vuelo en la Línea de Transmisión Eléctrica	P M	Dar visibilidad a los cables guarda de la línea de transmisión, para minimizar los choques de las aves.	Durante la etapa operativa.	Indicador de riesgo de choque y electrocución. Pérdida de individuos por operación de la LT
	Colocación de elementos aislantes en la Línea de Transmisión Eléctrica.	P M	Aislar los elementos energizados de las torres de transmisión que pueden provocar electrocuciones de las aves.	Durante la etapa operativa.	Indicador de riesgo de choque y electrocución. Pérdida de individuos por operación de la LT
	Monitoreo de operación de la LTE.	-	Verificar la eficiencia de los disuasores de vuelo y elementos aislantes de la línea de transmisión.	Al iniciar la etapa operativa por un periodo de 3 años.	Prevalencia de especies en el área de la línea de transmisión

Tabla IV-19 Descripción de las estrategias de prevención, mitigación y compensación para el Componente Suelo.

COMPONENTE SUELO					
Impacto ambiental	Estrategias de prevención, mitigación y compensación	Tipo	Objetivo	Etapa y duración de ejecución	Indicador Ambiental
Modificación de la susceptibilidad de erosión	Delimitación del área del proyecto.	P	Establecer los límites del proyecto para prevenir la generación de impactos ambientales fuera de este.	Previo a la preparación de sitio, por la vida útil del proyecto.	No aplica

VERSIÓN PÚBLICA

COMPONENTE SUELO					
Impacto ambiental	Estrategias de prevención, mitigación y compensación	Tipo	Objetivo	Etapa y duración de ejecución	Indicador Ambiental
	Acciones de rescate y reubicación de flora.	M C	Prevenir la pérdida de diversidad florística del área del proyecto y mitigar la pérdida de cobertura vegetal, como sus impactos asociados	Previo a la preparación de sitio por un periodo de 5 años.	Superficie con pérdida de vegetación permanente Pérdida total de individuos de flora silvestre.
	Reincorporación de suelo despalmado.	M	Generar un aporte de nutrientes para la revegetación del suelo, así como una forma de protección ante la erosión.	Al finalizar la etapa operativa, previo a la reubicación de flora.	No aplica.
	Establecimiento de límites máximos de velocidad	P M	Disminuir la generación de polvos producto de la circulación de vehículos en caminos de terracería.	Durante la vida útil del proyecto.	No aplica
	Riego de terracerías.	P M	Permite compactar de manera temporal las partículas de suelo desprendidas de las áreas de circulación de vehículos y maquinaria, disminuyendo la fragilidad del terreno ante los procesos erosivos.	Durante la preparación de sitio y construcción, hasta la estabilización de los caminos internos.	No aplica.
Modificación de la calidad del suelo	Manejo integral de los residuos generados en el proyecto.	P M	Realizar un manejo adecuado de cada tipo de residuo a través de la separación, clasificación, almacenamiento y disposición adecuada de los residuos.	Durante la vida útil del proyecto.	Generación y manejo de contaminantes.
	Programación de un mantenimiento preventivo de maquinaria y ECI[4]	P M	Minimizar el riesgo de fallas mecánicas que impliquen la fuga y goteos de hidrocarburos.	Durante la preparación de sitio y construcción.	Generación y manejo de contaminantes.

[4] Equipo de combustión interna.

VERSIÓN PÚBLICA

COMPONENTE SUELO					
Impacto ambiental	Estrategias de prevención, mitigación y compensación	Tipo	Objetivo	Etapa y duración de ejecución	Indicador Ambiental
	Uso de kit de atención a fugas y goteos de hidrocarburos y capacitación de operadores.	M	Dar atención inmediata a eventos de fallas mecánicas que impliquen fugas o goteos de hidrocarburos para prevenir o minimizar la contaminación del suelo. En caso de contaminación del suelo se utilizará también para la recolección del suelo contaminado para que el sitio quede limpio, libre de residuos peligrosos.	Durante las etapas de preparación de sitio y construcción.	Generación y manejo de contaminantes.
	Revisión diaria de las condiciones de los motores.	P	Con la finalidad de verificar que la maquinaria y ECI se encuentren en buenas condiciones para su operación y prevenir o disminuir el riesgo de fallas mecánicas que implique fugas de hidrocarburos.	Durante la preparación de sitio y construcción.	No aplica

Tabla IV-20 Descripción de las estrategias de prevención y mitigación para el Componente Agua Superficial.

COMPONENTE AGUA SUPERFICIAL					
Impacto ambiental	Estrategia de prevención y mitigación	Tipo	Objetivo	Etapa y duración de ejecución	Indicador Ambiental
Alteración en la calidad del agua superficial (escurrimientos)	Manejo integral de los residuos generados en el proyecto.	P M	Realizar un manejo adecuado de cada tipo de residuo a través de la separación, clasificación, almacenamiento y disposición adecuada de los residuos.	Durante la vida útil del proyecto.	Generación y manejo de contaminantes.
	Programación de un mantenimiento preventivo de maquinaria y ECI	P M	Minimizar el riesgo de fallas mecánicas que impliquen la fuga y goteos de hidrocarburos.	Durante la preparación de sitio y construcción.	Generación y manejo de contaminantes.
	Uso de kit de atención a fugas y goteos de hidrocarburos y capacitación de operadores.	M	Dar atención inmediata a eventos de fallas mecánicas que impliquen fugas o goteos de hidrocarburos para prevenir o minimizar la contaminación del suelo y agua por arrastre durante eventos de lluvia. En caso de contaminación del suelo se utilizará también para la recolección del suelo contaminado para que el sitio quede limpio, libre de residuos peligrosos.	Durante las etapas de preparación de sitio y construcción.	Generación y manejo de contaminantes.

VERSIÓN PÚBLICA

COMPONENTE AGUA SUPERFICIAL					
Impacto ambiental	Estrategia de prevención y mitigación	Tipo	Objetivo	Etapa y duración de ejecución	Indicador Ambiental
	Revisión diaria de las condiciones de los motores.	P	Con la finalidad de verificar que la maquinaria y ECI se encuentren en buenas condiciones para su operación y prevenir o disminuir el riesgo de fallas mecánicas que implique fugas de hidrocarburos.	Durante la preparación de sitio y construcción.	No aplica
Afectación del patrón hidrológico superficial	Delimitación del área del proyecto.	P	Establecer los límites del proyecto para prevenir la generación de impactos ambientales fuera de este.	Previo a la preparación de sitio, por la vida útil del proyecto.	No aplica

Tabla IV-21 Descripción de las estrategias de prevención y mitigación para el Componente Agua Subterránea.

COMPONENTE AGUA SUBTERRÁNEA					
Impacto ambiental	Medida Ambiental	Tipo	Objetivo	Etapa y duración de ejecución	Indicador
Modificación de la capacidad de infiltración	Delimitación del área del proyecto.	P	Establecer los límites del proyecto para prevenir la generación de impactos ambientales fuera de este.	Previo a la preparación de sitio, por la vida útil del proyecto.	No aplica
	Acciones de rescate y reubicación de flora.	M C	Prevenir la pérdida de diversidad florística del área del proyecto y mitigar la pérdida de cobertura vegetal, como sus impactos asociados	Previo a la preparación de sitio por un periodo de 5 años.	Superficie con pérdida de vegetación permanente Pérdida total de individuos de flora silvestre.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla IV-22 Descripción de las estrategias de prevencion y mitigación para el Componente Aire

COMPONENTE AIRE					
Impacto ambiental	Estrategia de prevención y mitigación	Tipo	Objetivo	Etapa y duración de ejecución	Indicador Ambiental
Modificación del confort sonoro	Programación de un mantenimiento preventivo de maquinaria y ECI	P M	Minimizar y mantener las emisiones de gases de combustión y ruido dentro de niveles aceptables.	Durante la preparación de sitio y construcción.	No aplica
	Revisión diaria de las condiciones de los motores.	P	Con la finalidad de verificar que la maquinaria y ECI no presenten emisiones de ruido y gases de combustión sean demasiado altas (demasiado perceptibles a los sentidos de los operadores).	Durante la preparación de sitio y construcción.	No aplica
Modificación de la calidad del aire	Establecimiento de límites máximos de velocidad	P M	Disminuir la generación de polvos producto de la circulación de vehículos en caminos de terracería.	Durante la vida útil del proyecto.	No aplica
	Programación de un mantenimiento preventivo de maquinaria y ECI	P M	Minimizar y mantener las emisiones de gases de combustión y ruido dentro de niveles aceptables.	Durante la preparación de sitio y construcción.	No aplica
	Revisión diaria de las condiciones de los motores.	P	Con la finalidad de verificar que la maquinaria y ECI no presenten emisiones de ruido y gases de combustión sean demasiado altas (demasiado perceptibles a los sentidos de los operadores).	Durante la preparación de sitio y construcción.	No aplica
	Riego de terracerías.	P M	Permite compactar de manera temporal las partículas de suelo desprendidas de las áreas de circulación de vehículos y maquinaria, disminuyendo la fragilidad del terreno ante los procesos erosivos.	Durante la preparación de sitio y construcción, hasta la estabilización de los caminos internos.	No aplica.
	Humedecimiento de materiales y suelo para su transporte.	P M	Permite compactar de manera temporal las partículas sueltas (polvo) de los materiales y el suelo, disminuyendo su emisión durante el transporte.	Durante la preparación de sitio y construcción, en eventos de traslado de materiales o suelo.	No aplica

VERSIÓN PÚBLICA

Al respecto, con la finalidad de que el proyecto cuente con un buen desempeño ambiental, y que su desarrollo sea compatible con el ambiente, las estrategias de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales anteriormente listadas, se integran en un **Programa de Vigilancia Ambiental,** tomando en cuenta la atención de todos los impactos identificados, aun cuando sean **no significativos** en Términos de la Fracción IX del Artículo 3° del REIA.

IV.10.1. Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)

El Programa de Vigilancia Ambiental es el instrumento que establece los compromisos ambientales y la forma de ejecución y seguimiento de las estrategias de prevención y mitigación de los impactos ambientales previstos a generar en cada una de las etapas del proyecto.

En el PVA, se establecen las medidas preventivas, de mitigación, de compensación y restauración, los parámetros y lineamientos aplicables, así como la aplicación de cualquier política, estrategia, obra o acción tendiente a eliminar, minimizar, revertir o disminuir los efectos adversos previstos y reales que serán generados durante la ejecución del proyecto en cada una de sus etapas de desarrollo

Objetivos y Alcance del PVA

Los objetivos del Programa de Vigilancia Ambiental del proyecto son los siguientes:

- Establecer las bases para prevenir, mitigar y/o compensar los impactos ambientales previstos a generar por el desarrollo del proyecto.
- Establecer los lineamientos para que la construcción y operación del proyecto se realice en un marco de protección y uso sostenible del ecosistema.
- Fijar las directrices de seguimiento para la correcta ejecución de las medidas ambientales y su eficiencia en la prevención, mitigación y compensación de los impactos reales ocasionados.
- Aportar a la autoridad elementos de soporte para la evaluación y seguimiento del cumplimiento ambiental del proyecto. Así como los niveles de éxito alcanzados en cada programa planteado conforme los indicadores ambientales.

De acuerdo con los objetivos, el PVA tiene como alcance delimitar los lineamientos y procedimientos bajo los que se aplicarán las medidas ambientales, así como establecer los valores de referencia que permitan cuantificar los impactos ambientales reales ocasionados y, su ejecución será en la totalidad del área del proyecto durante cada una de sus etapas de desarrollo.

VERSIÓN PÚBLICA

Meta

El Programa de Vigilancia Ambiental tiene como meta establecer las estrategias, acciones y mecanismos necesarios que permitan prevenir, minimizar o compensar los impactos ambientales aun cuando estos no sean significativos.

Ejecución del PVA

La promovente será la única responsable de garantizar la aplicación de las estrategias de prevención y mitigación de los impactos ambientales ocasionados por el proyecto, y para asegurar que se implementará el PVA de forma adecuada, coordinará y la forma de ejecución de las estrategias de prevención, mitigación, compensación y restauración, y que recabará sistemática y continuamente los datos y la información que permita evaluar la eficiencia ambiental del proyecto.

Estructura del Programa de Vigilancia Ambiental

El PVA del proyecto está conformado por Programas Ambientales y por Medidas Adicionales como se muestra en la siguiente figura:



Figura IV-3. Estructura del Programa de Vigilancia Ambiental del proyecto.

VERSIÓN PÚBLICA

Programas Ambientales

Los Programas Ambientales son procedimientos que integran varias medidas ambientales propuestas de una forma sistematizada, las cuales serán aplicadas bajo protocolos específicos, delimitados por objetivos y metas claras, y con un seguimiento a través de indicadores ambientales. En particular y considerando los impactos ambientales previstos a ocasionar por el proyecto, así como su significancia y la normatividad aplicable, se consideran los siguientes Programas Ambientales.

Programa de Manejo de Flora

Introducción

En el Programa de Manejo de Flora se definen y establecen las estrategias de manejo de la vegetación presente en el área del proyecto, encaminadas a prevenir la pérdida de diversidad florística en las áreas done se desarrollarán actividades de impacto directo a la flora silvestre. Los diferentes métodos de manejo aquí descritos, están encaminados a mitigar y compensar los impactos ambientales asociados a la remoción de la vegetación, por lo que el presente programa se define como una estrategia de conservación a diferentes niveles (comunidad, población, individuos), que mantendrá de forma aceptable la variabilidad genética y estabilidad poblacional de las especies que se encuentran en el área del proyecto.

Específicamente, las acciones de rescate de la flora silvestre brindan una oportunidad de sobrevivencia y reproducción en un entorno más seguro y contribuye a la restauración de los ecosistemas donde se realiza la reubicación, ayudando a mantener su equilibrio y funciones naturales, dicho esto, las acciones para asegurar la sobrevivencia de la flora sometida a rescate y el desarrollo de una cobertura vegetal que pueda compensar la pérdida en el área del proyecto, tendrá como prioridad la protección de las especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo dentro de la Modificación del Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y especies endémicas, nativas y que por su valor de importancia, se determinen importantes para la estructura del tipo de vegetación encontrada en el sitio del proyecto.

Objetivo general

Mitigar y compensar las afectaciones sobre la vegetación, a través del establecimiento de acciones, criterios, especificaciones y procedimientos de carácter técnico ambiental, que favorezcan la protección, sobrevivencia y continuidad de la vegetación característica del área del proyecto.

Objetivos particulares

Los objetivos particulares considerados en el Programa de Manejo de Flora son los siguientes:

- Establecer los criterios a considerar para la selección de especies de flora a incluir en el programa y su tipo de manejo específico.

VERSIÓN PÚBLICA

- Evitar la pérdida de diversidad florística local presente en el área del proyecto.
- Asegurar la sobrevivencia de los individuos sujetos a rescate, durante su resguardo temporal y su adaptación en las áreas de reubicación.

Metas

Se consideran las siguientes metas:

- Lograr un porcentaje de sobrevivencia igual o mayor al 80% del total de los individuos rescatados y reubicados durante un periodo de 5 años.
- Lograr una superficie de compensación de cobertura vegetal entre el área de reubicación, y las áreas de revegetación del proyecto del 80% de la superficie con pérdida de cobertura vegetal en el proyecto.

Alcances

De acuerdo con los objetivos, el presente programa tiene como alcance proteger y conservar las poblaciones de flora del área del proyecto, preservando el material biológico que ahí existe. Las medidas de manejo de la flora ayudarán a que la sobrevivencia de la vegetación sea alta y se pueda adaptar a un hábitat natural favorable para ella, por lo que la aplicación de las acciones de rescate será en la totalidad del área del proyecto sujeta al desmonte, previo a las actividades de preparación de sitio y su mantenimiento y monitoreo de sobrevivencia se realizarán durante su resguardo temporal y por un periodo de 5 años después de la reubicación.

Responsable del desarrollo del programa

El responsable de la implementación del programa será **la promovente** quien coordinará la forma de implementación de cada medida y la forma de manejo más adecuada para la vegetación y será quien recabe la evidencia documental de la aplicación del programa. En cuanto a la parte técnica, estará a cargo de personal técnico especializado en el manejo de vegetación, encabezado por profesionales con experiencia en el manejo de vegetación forestal, quienes será líderes de las brigadas de rescate; así como un profesional encargado del área de resguardo temporal.

Medidas de manejo de la vegetación

Para el cumplimiento de los objetivos y metas del programa se implementarán las siguientes medidas de manejo de la vegetación:

Delimitación del área del proyecto

El área del proyecto que sea autorizada se delimitará previo a las actividades de preparación de sitio, con la finalidad de que todo el personal que labore en el proyecto pueda identificar el límite del área para la aplicación de

VERSIÓN PÚBLICA

todas sus actividades. La delimitación la realizará el personal de topografía, quien marcará los límites del área con estacas prefabricadas, pintadas de colores fosforescentes, colocados a corta distancia, de tal manera que el operador del desmonte pueda identificar claramente los límites y puntos de inflexión del proyecto. En la siguiente figura se muestra un ejemplo de la delimitación por medio de estacas.



Figura IV-4. Ejemplo de delimitación por medio de estacas.
Fuente: Obtenido de internet.

Durante la etapa operativa, el proyecto contará con una malla perimetral que limitará el acceso del personal y vehículos fuera del área del proyecto, la cual estará colocada basándose en la delimitación previa con estacas como se muestra en la siguiente figura.



Figura IV-5. Ejemplo de malla perimetral para operación del proyecto.
Fuente: Obtenida de internet.

Acciones de rescate y reubicación de flora

Las acciones de rescate de flora, consistirán en la selección de especies presentes en las áreas a desmontar, que por su importancia ecológica dentro de los 3 tipos de vegetación identificados en el área del proyecto y la Región Ecológica, se consideran importantes para mantener la estructura del tipo de vegetación que será retirada

VERSIÓN PÚBLICA

del área del proyecto y como forma de protección de las especies endémicas, nativas y aquellas listadas en la Modificación del Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El rescate de flora, consistirá en la extracción de individuos vivos o parte de ellos (que permita la reproducción) de las especies seleccionados, por lo cual una vez que se haya realizado la delimitación tipográfica de las áreas a desmontar, el personal técnico que conformará las brigadas de rescate, realizará los recorridos para la identificación, marcaje, extracción u obtención de los individuos sujetos a rescate.

De acuerdo con los muestreos de campo y el tipo de vegetación identificado en el área del proyecto, las especies seleccionadas para las acciones de rescate son aquellas listadas dentro de la Modificación del Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010, endémicas, nativas, o bien que por su IVI[5], se determinaron importantes para mantener la composición del tipo de vegetación al que pertenecen, representando así, la estructura y composición del tipo de vegetación observada tanto en el área del proyecto como en la RE. En la siguiente tabla, se presenta el listado potencial de especies a incluir en las acciones de rescate.

Tabla IV-23. Especies de flora silvestre propuestas para rescate.

Especie	Nombre común	Estatus*
Agave asperrima	Maguey áspero	No listada
Coryphantha durangensis	Biznaga partida de Durango	Protección especial
Coryphantha macromeris	Biznaga partida	No listada
Corynopuntia schotti	Choya abrojo de Texas	No listada
Coryphantha poselgeriana	Biznaga partida	Amenazada
Echinocereus enneacanthus	Pitahaya	No listada
Ferocactus hamatacanthus	Biznaga costillona	No listada
Fouquieria splendens	Ocotillo	No listada
Jatropha dioica	Sangre de drago	No listada
Mammillaria heyderi	Biznaga china	No listada
Opuntia rufida	Nopal cegador	No listada
Opuntia azurea	Nopal coyotillo	No listada
Parthenium incanum	Copalillo	No listada
Prosopis laevigata	Mezquite	No listada

*De acuerdo con la Modificación del Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

[5] Índice de Valor de Importancia.

VERSIÓN PÚBLICA

Con la finalidad de elevar la posibilidad y porcentaje de sobrevivencia, para realizar el rescate de los ejemplares vivos, se considera únicamente el rescate de individuos jóvenes con alturas menores a 1 metro, descartando aquellos demasiado grandes, viejos o enfermos, mientras que, para los individuos superiores, se considerará su rescate a través de la obtención de semillas. En la siguiente tabla, se describen los métodos a seleccionar para las especies sujetas a rescate, y su manejo durante su resguardo temporal.

Tabla IV-24. Descripción de las técnicas de rescate de flora silvestre.

Tipo de rescate	Descripción y manejo durante su resguardo temporal
 Cepellón	Consiste en realizar una excavación en el suelo alrededor del tallo con el fin de formar una pella de suelo donde quedarán confinadas las raíces. Su manejo durante el resguardo temporal incluirá riegos calendarizados, podas, control de plaga, enfermedades y malezas, y no requerirán el trasplante a bolsas de polietileno debido a que serán rescatados con cepellón.
 Raíz desnuda	Consiste en realizar la extracción de las plantas sin suelo, obteniendo únicamente el ejemplar y el sistema radicular, lo que favorece la cicatrización y dificulta el desarrollo de agentes dañinos como los hongos y bacterias; sin embargo, se somete a la planta a altos niveles de estrés, por lo que debe aplicarse a especies con alta tolerancia a la deshidratación como la cactáceas. Su manejo en el resguardo temporal consistirá en la vigilancia de la cicatrización, trasplante a sustrato dentro de bolsas de polietileno, riegos calendarizados, podas, control de hongos, plagas, enfermedades y malezas.
 Semillas	Las semillas se obtendrán de plantas maduras y serán seleccionadas conforme a su tamaño y vigor. Aquellas que no necesiten tratamiento previo, se sembrarán directamente en camas de germinación o bolsas de polietileno con sustrato o suelo, mientras que así lo requieran recibirán los tratamientos necesarios para la ruptura de la testa (cambios térmicos, hidratación, desecación, etc.). Una vez que las plántulas emerjan y hayan alcanzado un cepellón bien formado, se trasplantarán a bosas de polietileno más grandes que permitan el desarrollo de raíces.

Conforme el manejo anteriormente descrito, las áreas de cicatrización, será áreas con sombra bien ventiladas dentro de una zona del resguardo temporal bien definida como “área de cicatrización” en la que únicamente se colocarán individuos rescatados por raíz desnuda. Tanto las acciones realizadas para el rescate, como el mantenimiento en el resguardo temporal, serán registrados en los formatos correspondientes: *Bitácoras de rescate de flora y Bitácora de mantenimiento en resguardo temporal*.

VERSIÓN PÚBLICA

La reubicación de los individuos, se realizará una vez que el especialista encargado del resguardo temporal determine que cuentan con las características necesarias para su adaptación, y sobrevivencia en el nuevo medio. La reubicación de los individuos, podría ser dentro del mismo predio como primera opción una vez concluida la etapa constructiva, en áreas libres. En caso de que no sea posible reubicar la totalidad de los individuos rescatados en el área del proyecto, se utilizarán áreas adyacentes que tengan algún grado de perturbación. Durante las actividades de trasplantes se llevará una *Bitácora de reubicación de flora*, donde se registrarán las características de cada uno de los individuos, así como su ubicación georreferenciada.

La reubicación de los individuos rescatados se realizará a través de la técnica de cepa común[6]. El arreglo de la plantación será en marco real o tresbolillo de acuerdo con las condiciones topográficas y de escurrimiento finales del área del proyecto. En la siguiente figura se muestra un ejemplo del arreglo de marco real y tresbolillo.

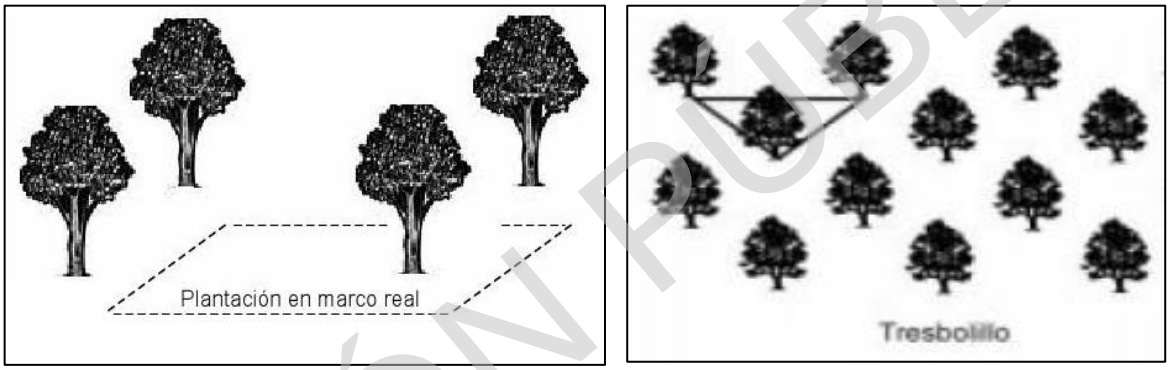


Figura IV-6. Ejemplo de arreglo de plantación a tresbolillo y marco real respectivamente.

Fuente: Obtenida de internet.

Mantenimiento y monitoreo de los individuos reubicados

El mantenimiento de los individuos reubicados iniciará una vez que se hayan plantado, ya que, para adaptarse a las condiciones del nuevo hábitat, y dependiendo de la época de trasplante, necesitarán de actividades de apoyo como riegos calendarizados (dependiendo de la época de trasplante), control de malezas, colocación de tutores, protección contra depredadores, prevención de incendios, tratamiento de plagas y enfermedades, etc., los cuales, serán registrados en una *Bitácora de mantenimiento de flora reubicada.*

El monitoreo de sobrevivencia iniciará 20 días después de la plantación para determinar el porcentaje de adaptación de los individuos reubicados, y continuará quincenalmente por un periodo de tres meses. En este monitoreo inicial se evaluarán principalmente los siguientes aspectos:

[6] Siguiendo el Manual Básico de Prácticas de Reforestación de la Comisión Nacional Forestal 2010.

VERSIÓN PÚBLICA

- Integridad física de la planta (presencia de mordeduras, rupturas, aplastamientos o pérdida de follaje por ramoneo).
- Nivel de hidratación de los individuos y coloración del follaje.
- Anclaje de individuos al suelo y nivel de cobertura de raíces.
- Presencia de síntomas de enfermedades o plagas.
- Limpieza de cajete de la planta (presencia de malezas) para disminuir la competencia dentro de los primeros meses.

Posterior a los 3 meses, se realizará un monitoreo semestral, por un periodo de 5 años, para evaluar la sobrevivencia de los organismos plantados y su continuidad en las áreas de reubicación. Para su seguimiento se llevará una *Bitácora de monitoreo de flora.*

Reincorporación de suelo despalmado

Durante las actividades de despalme se realizará la recuperación y acopio temporal de suelo orgánico, el cual será o cubierto protegido contra la erosión eólica e hídrica para que, cuando inicien las actividades de reubicación, se realice la reincorporación del suelo como un aporte de nutrientes que favorezcan el establecimiento de los individuos vegetales.

Capacitación del personal para protección de la flora

Se realizará la capacitación del personal que labore en el proyecto, para informar y concientizar sobre la responsabilidad con la que deberán ejecutar las actividades en función de la protección de la vegetación durante cada etapa del proyecto. Durante las actividades de capacitación, se considera también la colocación de señalamientos de carácter prohibitivo, restrictivo e informativo, sobre la vegetación del proyecto y sus alrededores.

Prohibición de colecta, comercialización u extracción de flora

Durante cada una de las etapas de desarrollo, quedarán prohibidas las acciones de colecta, extracción o comercialización de la flora silvestre, por parte del personal que se encuentre involucrado en cualquier actividad del proyecto. Las acciones de rescate, estarán restringidas únicamente al personal técnico especializado encargado de la ejecución del programa.

Indicadores ambientales

En la siguiente tabla, se incorporan los indicadores ambientales que se utilizarán para medir la eficiencia de las medidas propuestas en el presente programa y sus valores de referencia.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla IV-25. Indicadores Ambientales del Programa de Manejo de Flora.

Indicador ambiental	Impacto ambiental	Forma de medición	Valores de referencia
Superficie con pérdida de vegetación permanente	Pérdida de cobertura vegetal Disminución del área de ocupación de fauna. Modificación de la susceptibilidad de erosión. Modificación de la capacidad de infiltración	Porcentaje de superficie con cobertura vegetal inducida por la reubicación de flora y la revegetación natural del área del proyecto respecto a la superficie total desmontada.	Las metas del programa se tomarán como los valores de referencia con una condición de revegetación del 80% de la superficie desmontada.
Pérdida total de individuos de flora silvestre.	Pérdida de individuos de flora	Porcentaje de sobrevivencia total de individuos reubicados, respecto al número total de individuos rescatados del área del proyecto.	.Valores establecidos en las metas del programa con un porcentaje de sobrevivencia mínimo del 80% de los individuos reubicados.

Interpretación de resultados y cuantificación del impacto real

Para evaluar el éxito y cumplimiento de las metas establecidas en el programa (tomadas como los valores de referencia), se analizarán los datos obtenidos en los indicadores ambientales, con lo que se determinará si las medidas del programa son suficientes para mitigar y/o compensar la pérdida de la cobertura vegetal ocasionada en el área del proyecto y sus impactos asociados (Disminución de las áreas de ocupación de la fauna, Modificación de la susceptibilidad de erosión y la Modificación de la capacidad de infiltración) y, para prevenir la pérdida de individuos endémicos, nativos y listados dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De esta forma, cuantificar y comparar la superficie con cobertura vegetal inducida por la reubicación (en conjunto con la revegetación natural del área del proyecto), contra la superficie desmontada, será un indicador directo sobre la mitigación a través de la ganancia/pérdida de la superficie con cobertura vegetal y los servicios que ésta aporta a la Región Ecológica, ya que al mitigar la superficie con vegetación funcional se proporcionará la generación de zonas de ocupación de la fauna, sitios con potencial de infiltración y la inducción de una cobertura de suelo eficiente, los cuales inicialmente ya se encontraban modificados en parte del proyecto en las zonas denominadas “desprovistas de vegetación”.

Medidas correctivas

En caso de que los indicadores ambientales reporten parámetros menores a los establecidos en los valores de referencia, o que se presenten signos de plagas o enfermedades en la flora reubicada, se implementarán las siguientes medidas correctivas.

VERSIÓN PÚBLICA

- Mejora de protocolos de manejo considerando las causas de la pérdida de individuos, adaptándolas para una mayor efectividad.

- Modificación de la periodicidad de los riegos, y aplicación de nutrientes a las plantas, de acuerdo con los requerimientos nutricionales y la época del año en que se encuentre.

- Encajonamiento con ramas secas o rocas de los individuos más susceptibles a depredadores.

- Germinación de semillas u obtención de plántulas de viveros locales para reposición de individuos muertos.

- Reposición de las plantas que no sobrevivieron al proceso de reubicación, para garantizar el porcentaje de sobrevivencia y cobertura vegetal establecidos en las metas del programa.

- Aplicación de tratamientos según el tipo de plagas y enfermedades y que, de acuerdo con el criterio del especialista, sean los más adecuados.

Programa de Manejo de Fauna

Introducción

El Programa de Manejo de Fauna se establece como una forma de conservación a nivel de especies, ya que, al generar modificaciones en la cobertura vegetal del área del proyecto, se modificarán inevitablemente las condiciones del hábitat para el desarrollo de los individuos de fauna silvestre, por lo que, el presente programa se enfoca en relocalizar e inducir la migración de las especies de forma temporal que se encuentren en el área del proyecto, hasta un sitio que cuente con las características necesarias para su establecimiento de una forma segura.

La relocalización o translocación de fauna, es definida como la liberación intencional de individuos de una especie dentro de un rango de ubicación al sitio de captura o rescate[7] sin sobrepasar las barreras geográficas que

[7] Griffith, Brad & Scott, J. & CARPENTER, JAMES & Reed, Christine. (1989). Translocation as a Species Conservation Tool: Status and Strategy. Science (New York, N.Y.).

VERSIÓN PÚBLICA

prevén su distribución natural[8]. Hoy en día, la conservación a través de la translocación resulta habitual a través de un programa estructurado, con objetivos claros y un manejo adecuado de las especies.

Dicho esto, el presente programa define y establece las metodologías de manejo necesarias para prevenir la pérdida de individuos por las actividades del proyecto y aumentar la posibilidad de sobrevivencia durante su manejo y reintegración aun hábitat nuevo, preservando de esta forma la estructura poblacional local y diversidad de especies, dando principal atención a las especies que se encuentran protegidas por la Modificación del Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010, especies endémicas y de lento desplazamiento.

Objetivo general

Prevenir la pérdida de individuos y favorecer el restablecimiento de les especies de fauna que se encuentren en el área del proyecto, ante la modificación de su hábitat natural, ocasionada por el desarrollo del proyecto.

Objetivos particulares

En el Programa se consideran los siguientes objetivos particulares:

- Evitar que la fauna silvestre se refugie o anide en el área del proyecto durante las actividades de preparación de sitio y construcción.
- Inducir la migración y restablecimiento de fauna fuera del área del proyecto, con la menor cantidad de estrés posible.
- Conservar la diversidad biológica de fauna presente o que se encuentre de paso por el área del proyecto.
- Establecer, en el área del proyecto, condiciones de protección para los individuos de fauna durante su migración a otro hábitat y para aquellos que pudieran regresar durante las demás etapas de desarrollo.

Metas

La modificación de las zonas de ocupación de la fauna es un impacto ambiental inevitable debido a la remoción de la vegetación, además de la presencia de personas durante todas las etapas del proyecto, por lo que las metas del programa, que se enlistan a continuación, están enfocadas en prevenir la pérdida de individuos y asegurar su

[8] Dyer, E.E., P. Cassey, D.W. Redding, B. Collen, V. Franks, K.J. Gaston, K.E. Jones, S. Kark, C.D.L. Orme & T.M. Blackburn, 2017. The global distribution and drivers of alien bird species richness. PLoS Biology 15(1): e2000942.

VERSIÓN PÚBLICA

bienestar durante la generación de los impactos ambientales, y su restablecimiento o translocación a un hábitat natural favorable para ellos:

- Inhabilitar de forma segura el 100% de nidos y madrigueras presentes en el área del proyecto.
- Aplicar técnicas de ahuyentamiento y/o rescate al 100% de la fauna silvestre avistada en el área del proyecto, durante la preparación de sitio y construcción.
- Reubicar vivos y en buenas condiciones físicas por lo menos el 90% de los individuos de lento desplazamiento rescatados.

Alcances

De acuerdo con los objetivos, el presente programa tiene como alcance establecer las acciones de protección que sean necesarias para aumentar la posibilidad de sobrevivencia de la fauna principalmente de baja movilidad y aquella listada dentro de la Modificación del Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010, hasta su integración en un hábitat natural favorable para ellos, o para su restablecimiento en el área del proyecto en la etapa operativa, por lo que la aplicación del programa será en la totalidad de área del proyecto durante las etapas de preparación de sitio, construcción, y operación y mantenimiento, e incluirá todas las especies de vertebrados terrestres avistados en el área.

Responsable del desarrollo del programa

El responsable de la implementación del programa será **la promovente**, quien coordinará la forma de implementación de cada medida y la forma de manejo más adecuada para la fauna y recabará la evidencia documental. En cuanto a la parte técnica del programa estará a cargo de personal técnico especializado en el manejo de fauna silvestre, encabezado por profesionistas con experiencia en el manejo de cada grupo faunístico, quienes será lideres de las brigadas de rescate.

Línea base de especies en el área del proyecto

El presente programa estará dirigido a todas las especies de vertebrados terrestres que se encuentren en el área del proyecto durante las actividades de su desarrollo. Preliminarmente, como resultado del muestreo de campo, se identificaron 44 especies de aves, 7 especies de mamíferos, y 3 reptiles, las cuales se enlistan en la siguiente tabla.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla IV-26.Especies de fauna silvestre avistadas en el área del proyecto.






Especie (categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010)		
Reptiles		
Cophosaurus texanus (Amenazada)	*Aspidoscelis inornatus* (no listada)	*Aspidoscelis gularis* (no listada)
Aves		
Buteo swainsoni (Sujeta a Protección Especial)	*Tyrannus vociferans* (no listada)	*Zenaida asiática* (no listada)
Campylorhynchus brunneicapillus (no listada)	*Cardinalis cardinalis* (no listada)	*Falco sparverius* (no listada)
Passerculus sandwichensis (no listada)	*Lanius ludovicianus* (no listada)	*Melozone fusca* (no listada)
Ammodramus savannarum (no listada)	*Cardinalis sinuatus* (no listada)	*Columbina inca* (no listada)
Geococcyx californianus (no listada)	*Athene cunicularia* (no listada)	*Hirundo rustica* (no listada)
Haemorhous mexicanus (no listada)	*Spizella passerina* (no listada)	*Cathartes aura* (no listada)
Toxostoma curvirostre (no listada)	*Buteo jamaicensis* (no listada)	*Spizella pallida* (no listada)
Pooecetes gramineus (no listada)	*Zenaida macroura* (no listada)	*Spinus psaltria* (no listada)
Streptopelia decaocto (no listada)	*Polioptila caerulea* (no listada)	*Molothrus ater* (no listada)
Pyrocephalus rubinus (no listada)	*Mimus polyglottos* (no listada)	*Sayornis saya* (no listada)
Quiscalus mexicanus (no listada)	*Molothrus aeneus* (no listada)	*Corvus corax* (no listada)
Melanerpes aurifrons (no listada)	*Sturnella neglecta* (no listada)	*Bubulcus ibis* (no listada)
Charadrius vociferus (no listada)	*Circus hudsonius* (no listada)	*Ardea alba* (no listada)
Amphispiza bilineata (no listada)	*Sayornis Phoebe* (no listada)	*Tyto alba* (no listada)
Callipepla squamata (no listada)	*Coragyps atratus* (no listada)	
Mamíferos		
Xerospermophilus spilosoma (no listada)	*Lepus californicus* (no listada)	*Lynx Rufus* (no listada)
Sylvilagus audubonii (no listada)	*Dicotyles tajacu* (no listada)	
Lasiurus xanthinus (no listada)	*Canis latrans* (no listada)	

VERSIÓN PÚBLICA

Medidas de manejo

Para cumplir con los objetivos y metas establecidos en el presente programa, se implementarán las siguientes medidas para la protección de la fauna silvestre.

Ahuyentamiento de fauna silvestre

El ahuyentamiento consiste en la aplicación de técnicas que generen la modificación en el confort del hábitat, activando su sentido de alerta sin generar efectos directos sobre los individuos, buscando generar condiciones de tipo ecológico que impulsen su migración hacia zonas donde puedan encontrar un nuevo confort ambiental. El ahuyentamiento se aplicará en toda el área del proyecto a través de la sobreestimulación auditiva y será de forma dirigida hacia zonas con mayor cobertura vegetal para evitar en medida de lo posible que la fauna se desplace hacia zonas donde pudiera quedar vulnerable, por ejemplo, áreas con trabajo con maquinaria en operación, áreas sin cobertura vegetal o con tránsito vehicular.

Para el proyecto, el ahuyentamiento será a través de la estimulación sonora, que consiste en la generación de ruido con bocinas, sirenas o silbatos, que al activarse o usarse, generarán ruido de alta intensidad por algunos segundos y que será empleado previo y durante las actividades de preparación de sitio. Durante la etapa constructiva, se empleará específicamente en caso de avistamiento de fauna de alta movilidad en los frentes de trabajo activos. Todas las especies ahuyentadas se registrarán en una *Bitácora de ahuyentamiento/avistamiento*. En la siguiente figura, se muestra un diagrama que ejemplifica la aplicación del ahuyentamiento a través de la estimulación sonora.

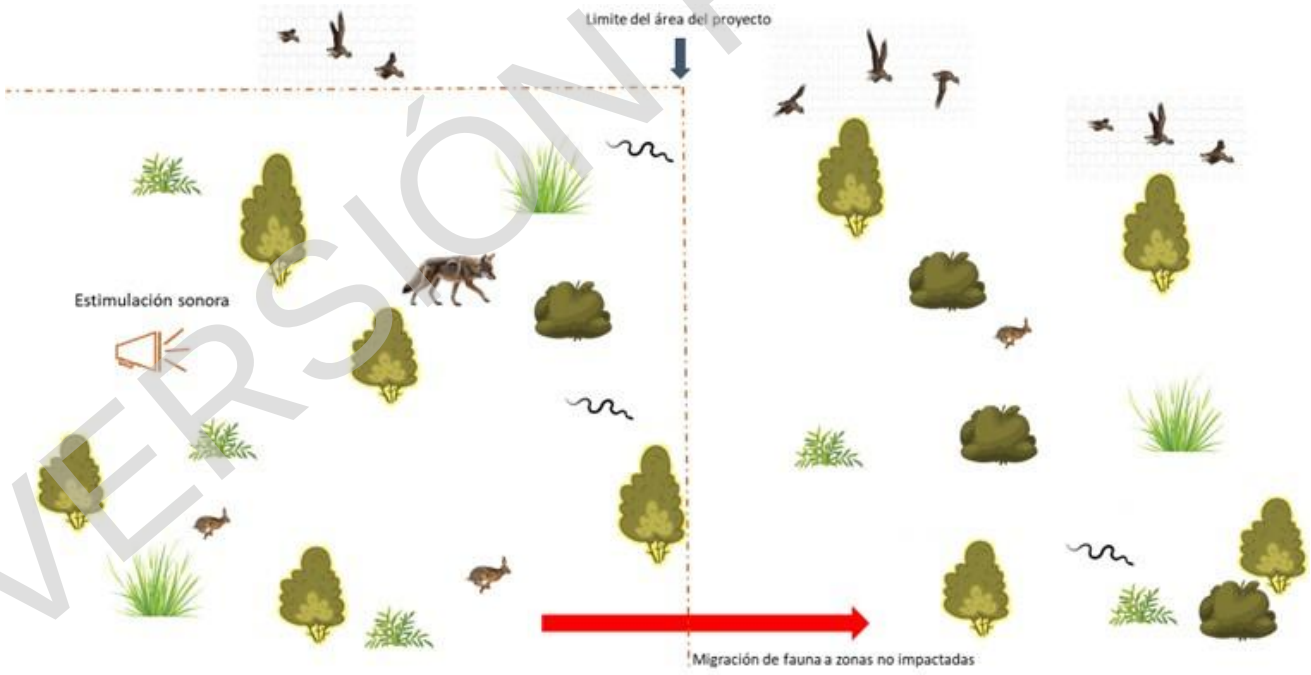


Figura IV-7. Ejemplificación de las acciones de ahuyentamiento.
Fuente: Elaboración propia.

VERSIÓN PÚBLICA

Rescate, traslado y reubicación de fauna de lento desplazamiento

El rescate estará orientado a las especies de baja movilidad que pudieran permanecer en el área del proyecto aun después de las acciones de ahuyentamiento, y que pudieran correr riesgo de atropellamiento o lesiones durante las actividades. Cada una de las especies que se presenten en el área, durante la preparación de sitio y construcción, requerirá de un manejo específico de acuerdo con su grupo taxonómico, por lo que en la siguiente tabla se integran las técnicas de manejo recomendadas, que permitirán asegurar el bienestar de los individuos tomando en cuenta sus características y necesidades específicas.

Tabla IV-27. Técnicas de manejo recomendadas por grupo taxonómico.

Grupo faunístico	Técnica de rescate	Tipo de contención para su traslado	Tipo de liberación
 Anfibios	Manual o red de cabo de madera.	Sacos de manta humedecidos o contenedores con orificios de respiración con sustrato humedecido.	Manual
 Reptiles no venenosos (Lacertilios)	Manual o trampas de caída.	Sacos de manta.	Manual
 Reptiles no venenosos (Testúnidos)	Manual.	Canastas o contenedores plásticos con orificios de respiración.	Manual
 Reptiles no venenosos (Colubridos)	Manual o trampas de caída plásticos.	Sacos de manta o contenedores con orificios de respiración.	Manual

VERSIÓN PÚBLICA

Grupo faunístico	Técnica de rescate	Tipo de contención para su traslado	Tipo de liberación
 Reptiles venenosos (Vipéridos y Elápidos)	Herramientas herpetológicas.	Contenedores plásticos con orificios de respiración, rotulados con la peligrosidad de la especie	Herramientas herpetológicas
Mamíferos pequeños	Manual con guantes de protección y trampas “Sherman”	Sacos de manta	Manual con gantes de protección.
 Mamíferos voladores	Manual únicamente en caso de individuos atrapados	Sacos de manta en resguardo temporal hasta el anochecer	Manual
 Mamíferos medianos	Trampas “Tomahawk”	Transporte en las trampas Tomahawk protegidas de la insolación.	Apertura de trampas.
 Aves	Manual (únicamente en caso de individuos atrapados o lesionados)	Resguardo temporal hasta su rehabilitación.	Manual

VERSIÓN PÚBLICA

En las siguientes figuras, se describen los métodos de rescate y liberación mencionados en la tabla anterior. Cabe señara que, una vez que los individuos sean atrapados, se les realizará una revisión física, verificando que no presenten deshidratación, desnutrición y/o lesiones físicas, y serán registrados en una *Bitácora de rescate de fauna silvestre*.

RESCATE

Manual: Consiste en la captura de los individuos con las manos, sin uso de alguna herramienta especializada, considerando a los individuos de baja movilidad o que pudieran quedar atrapados durante las actividades de desmonte. Para su captura se utilizarán guantes de protección anti corte para prevenir lesiones al manipulador y se tendrá especial cuidado en la captura sin generar lesiones a las extremidades de las especies.



Red de cabo de madera: Se utiliza principalmente para la captura de anfibios, debido a que es más común encontrarlos en encharcamientos o zonas que dificultan la captura manual. Consiste en una red sostenida por un mango de madera que retendrá a los individuos dentro de ella, para posteriormente colocarlos dentro del contenedor. Para la captura, se tomará sustrato del sitio de rescate para introducirlo en el contenedor de transporte y mantener las condiciones de humedad hasta su reubicación.



Pinzas o gancho herpetológico: Se empleará para la manipulación especialmente de serpientes venenosas, las cuales comúnmente son más nerviosas que las demás especies, con la finalidad de asegurar el bienestar del manipulador y los individuos rescatados. Consiste en la captura del individuo a través de la pinza o el gancho y la colocación cuidadosa de éste dentro del contenedor especializado, evitando la manipulación directa, y cerrando el contenedor con las mismas herramientas.



RESCATE

Trampas de caída: Consiste en una barrera física a nivel de piso que impide el libre tránsito de los anfibios, reptiles y mamíferos pequeños por lugares que previamente fueron determinados como zonas de paso. Las barreras tienen la finalidad de desviar el tránsito de los individuos hacia fosos de caída, o trampas de embudo de cilindro, donde las brigadas de rescate de fauna los encontrarán para colocarlos en sus contenedores específicos.



Trampas tipo "Sherman": Serán colocadas en hileras en las áreas próximas a desmonte separadas cada 5 o 10 metros. Se abrirán las puertas unas horas antes de la puesta del sol con cebos específicos y se revisarán al amanecer antes de que se eleve la temperatura. Los individuos se recolocarán en sacos de manta para su traslado debido a que las trampas Sherman están hechas de aluminio y metal y podrían sufrir de estrés o deshidratación al transportarse dentro de ellas.



Trampas tipo "Tomahawk": Serán colocadas únicamente en los sitios potenciales de captura, es decir frente a madrigueras o áreas donde se han avistado mamíferos medianos o rastros indirectos de ellos y se colocarán con los cebos adecuados para las especies potenciales a capturar. Los individuos capturados serán transportados dentro de las trampas adicionando temporalmente una cubierta obscura sobre ellas para disminuir el estrés de captura y protegerlos de la insolación.



Figura IV-8. Descripción de las técnicas de rescate.

VERSIÓN PÚBLICA

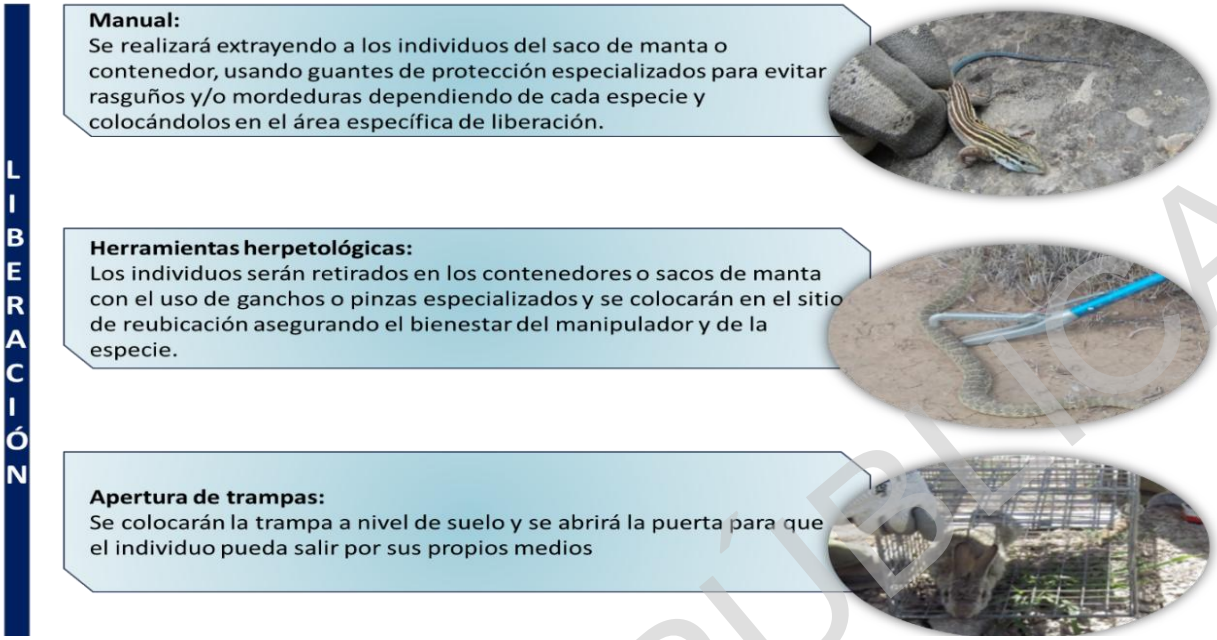


Figura IV-9. Descripción de las técnicas de liberación de fauna.

Una vez capturados, los individuos serán transportados a las áreas de reubicación, donde se verificará que las condiciones ambientales sean similares a las del área de captura. Las áreas de reubicación serán sitios cercanos al área del proyecto, con la intención de que, una vez que el proyecto se encuentre en etapa operativa, los individuos de fauna que cuenten con las características para desplazarse puedan regresar a través de los pasos de fauna, y tal vez puedan permanecer en el sitio; además, para la selección del sitio se tomarán en cuenta los siguientes criterios[9]:

- Factibilidad biológica: considerando las características de la especie y su capacidad de adaptabilidad a otro sitio.
- Hábitat: seleccionando áreas cercanas al proyecto con la finalidad de proponer hábitats con los mismos o similares tipos de vegetación, condiciones hidrológicas, humedad, altitud y clima.

Cabe señalar que las acciones de reubicación en cada uno de los sitios que sean elegidos, deberán ser controladas evitando la liberación excesiva de una sola especie en el mismo sitio, y equilibrando la proporción de presas/depredadores en cada sitio de reubicación. Una vez que los individuos sean liberados se llenará una

[9] Tomando como referencia los lineamientos propuestos por la Union for Conservation of Nature (UICN). Directrices para reintroducciones y otras translocaciones parafines de conservación, 2014.

VERSIÓN PÚBLICA

Bitácora de reubicación de fauna donde se registrarán las coordenadas geográficas de cada uno de los individuos liberados.

Revisión e inhabilitación de nidos y madrigueras

Previo al inicio de actividades, las brigadas de manejo de fauna realizarán un recorrido por las áreas del proyecto que serán desmontadas, para realizar la búsqueda de nidos y madrigueras, y determinar la actividad que hay en estos, puesto que, aquellos que se encuentren inactivos, deberán ser inhabilitados o bloqueados para evitar el refugio de la fauna en ellos una vez que se inicien las actividades de desmonte.

En caso de encontrar polluelos o crías (madrigueras), los sitios donde se ubiquen (árboles o cavidades) serán acordonados (como se muestra en la siguiente figura), para vigilar y dar seguimiento a la madurez de los individuos, y poder inhabilitar el nido o madriguera una vez que estos los abandonen por su propia cuenta, evitando, en manera de lo posible, la reubicación de nidos o crías para generar la menor cantidad de estrés. Los resultados obtenidos se registrarán en una Bitácora de manejo de nidos y madrigueras y se evidenciará fotográficamente.



Figura IV-10. Ejemplo de acordonamiento de un nido.
Fuente: Obtenida de internet.

Establecimiento de límites máximos de velocidad

Se establecerán los límites máximos de velocidad de 20 km/h para los vehículos pesados, y 30 km/h para los vehículos ligeros, con la finalidad de que dentro del área del proyecto se circule a bajas velocidades, y en caso de avistarse individuos de fauna que se encuentren de paso, el conductor pueda permitir el libre desplazamiento del individuo sin que este corra riesgos de atropellamientos o lesiones.

Prohibición de captura, comercialización u hostigamiento de la fauna silvestre

Durante todas las etapas del proyecto quedarán prohibidas las acciones de caza, captura, extracción, comercialización u hostigamiento de los individuos de fauna presentes en el área del proyecto en cualquier etapa

VERSIÓN PÚBLICA

y frente de trabajo, las acciones de rescate se limitarán a las etapas de preparación de sitio, construcción y estarán estrictamente a cargo de personal técnico especializado en el manejo de fauna, encargado del presente programa.

Colocación de pasos de fauna en la malla perimetral

La colocación de pasos de fauna contribuye a favorecer la conectividad ecológica del hábitat. Para el caso del proyecto, la colocación de pasos de fauna en la malla perimetral es de suma importancia, ya que una vez que se haya terminado la etapa constructiva las especies de fauna silvestre tal vez puedan regresar al sitio.

Para facilitar el ingreso o salida de las especies pequeñas y medianas al área del proyecto, la base de la malla perimetral será colocada 10 centímetros por encima del cimiento o del suelo natural; además, derivado de que en la línea base de especies identificadas en el área del proyecto se observó la presencia de mamíferos medianos, se podrían realizar, huecos a la malla de 30 x 30 cm cada 300 m para facilitar el paso de estas especies, favorecer la presencia de carnívoros, y permitir el flujo de energía dentro del área del proyecto al completar las cadenas tróficas. En la siguiente figura se muestra un ejemplo del diseño de los pasos de fauna sobre la malla perimetral.

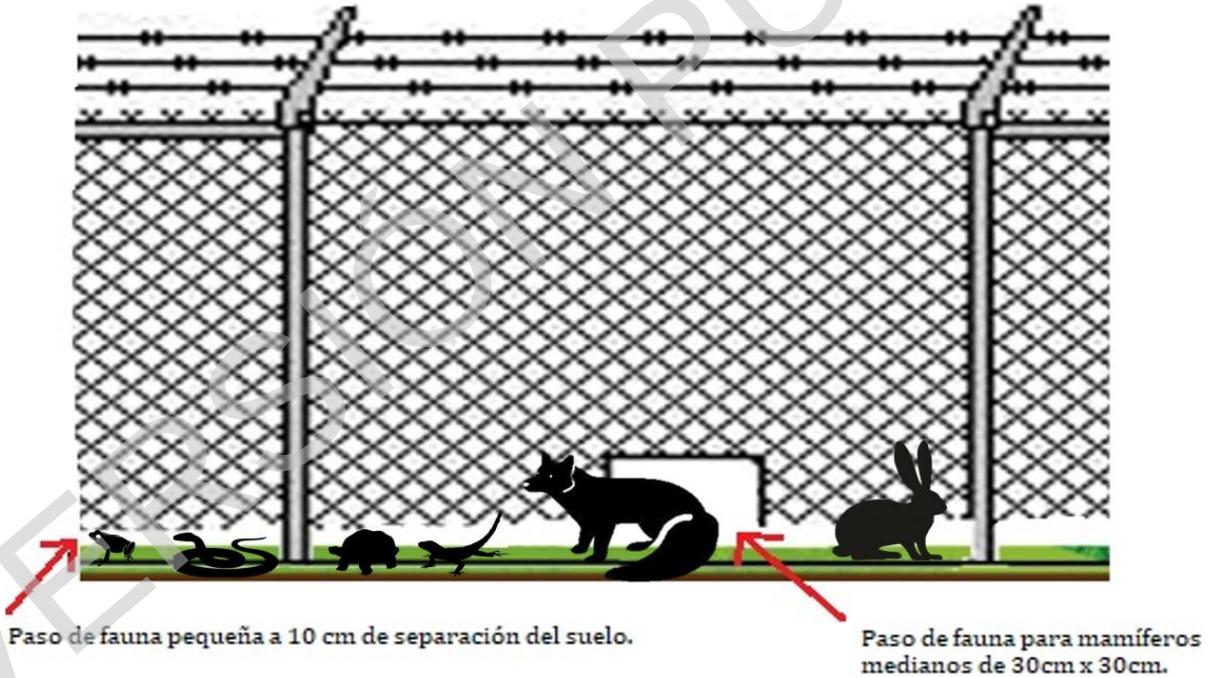


Figura IV-11. Ejemplo de colocación de pasos de fauna en el área del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

Monitoreo de prevalencia de especies en el área del proyecto

El monitoreo de fauna no se establece como una medida preventiva o de mitigación de un impacto ambiental, sino como una herramienta que permitirá conocer si el área del proyecto contará con las condiciones necesarias

VERSIÓN PÚBLICA

para el restablecimiento y prevalencia de la fauna durante la etapa operativa, puesto que se enfocará en la generación de información sobre la composición de especies de fauna en el área del proyecto, y como una forma de comprobación del éxito de las medidas preventivas y de mitigación propuestas, tal como se precisa en los Indicadores Ambientales.

Dicho lo anterior, el monitoreo consistirá en el establecimiento de transectos para el registro de métodos directos e indirectos de vertebrados terrestres, que permita estimar la abundancia relativa e índices de diversidad calculados en el área del proyecto durante la etapa operativa, comparados con el listado de las especies ahuyentadas y reubicadas. Los registros se tomarán de acuerdo con el grupo taxonómico como se describe en la siguiente figura.



Figura IV-12. Descripción de los métodos de monitoreo de fauna silvestre.

Para el establecimiento de los transectos se seleccionarán sitios que puedan servir de tránsito, refugio y forrajeo, incluyendo la malla perimetral y los paneles solares como sitio de percheo, para obtener una lista de especies más completa para cada transecto y poder determinar a través del tiempo la presencia/ausencia de las especies registradas originalmente en el área del proyecto. Los recorridos se realizarán dos veces al año (uno en época de estiaje y uno en lluvias), considerando los horarios de actividades de las especies registradas en el proyecto durante

VERSIÓN PÚBLICA

3 días consecutivos. El monitoreo de fauna se realizará a partir del inicio de las actividades operativas y se realizará durante un periodo de 3 años.

Capacitación del personal para la protección de la fauna

Se realizará la capacitación del personal involucrado en las actividades del proyecto, para informar y concientizar sobre la responsabilidad con la que se deberán ejecutar las actividades en función de la protección de la fauna silvestre. Entre los temas que se abordarán en las capacitaciones estarán las siguientes:

- Diversidad e importancia de fauna silvestre en el área del proyecto.
- Actividades que generan impactos negativos a la fauna silvestre.
- Especies de fauna vulnerables en el área del proyecto y su forma de protección.
- Prohibición de caza, captura, extracción o comercialización de fauna silvestre.
- Protocolo de acción al encontrar fauna atrapada, herida, nerviosa o peligrosa en el área de trabajo.

Indicadores ambientales

En la siguiente tabla se incorporan los indicadores ambientales que se utilizarán para medir la eficiencia de las medidas ambientales propuestas en el presente Programa y sus valores de referencia.

Tabla IV-28. Indicadores Ambientales del Programa de Manejo de Fauna.

Indicador ambiental	Impacto ambiental	Forma de medición	Valor de referencia
Pérdida total de individuos de fauna silvestre	Pérdida de individuos de fauna.	Porcentaje de nidos y madrigueras inhabilitados de forma correcta. Porcentaje de individuos vivos totales reubicados respecto a los rescatados. Porcentaje de individuos totales ahuyentados respecto a los avistados. Porcentaje total de especies totales avistadas respecto a las ahuyentadas y reubicadas exitosamente.	Valores definidos en las metas del programa
Prevalencia de especies en el área del proyecto	Disminución del área de ocupación de la fauna.	Cuantificación directa a través del monitoreo.	Listado inicial de especies de fauna rescatadas y ahuyentadas del proyecto.

VERSIÓN PÚBLICA

Interpretación de resultados y cuantificación del impacto real

Una vez que se han definido y establecido las estrategias para asegurar la supervivencia de los individuos de fauna que se encuentren en el área del proyecto durante la generación de los impactos ambientales ocasionados, se procesarán e interpretarán los resultados obtenidos de los indicadores ambientales, considerando las metas del programa como los Valores de referencia, puesto que, al conservar la variabilidad de especies del área del proyecto, permitirá asegurar que la fauna siga cumpliendo con sus funciones ambientales en las áreas aledañas (como soportar las cadenas tróficas, influenciar la producción primaria y ciclos de los nutrientes, control biológico, dispersión de semillas, etc.), lo que sucederá una vez que las especies puedan encontrar un confort ambiental adecuado para su restablecimiento e incluso dentro del área del proyecto en la etapa operativa.

Es importante señalar que la modificación del área de ocupación es un impacto ambiental inevitable, debido a la necesidad de remover la vegetación del área del proyecto, la colocación de estructuras permanentes, la presencia de personal y la generación de ruido, sin embargo, la aplicación de medidas de manejo para conservar la variabilidad de especies, permitirá cuantificar de manera indirecta la magnitud del impacto, puesto que permitirá evidenciar la capacidad de prevalencia de las especies en el área del proyecto aun con el desarrollo de éste.

Medidas correctivas

En caso de que los indicadores reporten parámetros menores a los establecidos en los valores de referencia, o que los individuos rescatados muestren signos de enfermedad o lesiones, o que presenten individuos muertos en el área del proyecto, se implementarán las siguientes medidas correctivas:

- Detener las acciones de retiro de vegetación hasta que las brigadas de rescate hayan liberado las zonas.
- Incremento en el número de dispositivos para el ahuyentamiento, e incremento de frecuencia en las acciones de emisión de estímulos sonoros y mecánicos.
- Disminución de tiempo de confinamiento después de la captura.
- Mejorar los contenedores para que los individuos cuenten con mejores condiciones y así disminuir el estrés de captura.
- Modificar los horarios de liberación.
- Ingreso de mayor número de especialistas en las brigadas de rescate.

VERSIÓN PÚBLICA

PROGRAMA DE PROTECCION DE AVIFAUNA

Introducción

El Programa de Protección de Avifauna, se establece como una forma de protección a nivel de individuos, ya que al retirar la cobertura vegetal y la colocación de infraestructura permanente (torres y cableado eléctrico), se modificarán las condiciones del hábitat para las aves, por lo que el presente programa, se enfoca en establecer condiciones de protección en la línea de transmisión del proyecto, para prevenir o minimizar la afectación a las aves potenciales a presentarse en el sitio y que pudieran correr riesgo de choque o electrocución.

En específico para el proyecto, al retirar la cobertura vegetal del área de la línea de transmisión, las torres podrían ser utiliza como posaderos para las aves (puntos elevados desde los que se domina visualmente una amplia superficie de terreno) lo que implica un riesgo de electrocución, mientras que el tendido de las fases, representa un obstáculo para el paso de las aves con menor capacidad de evasión, ya sea por su tamaño o la dinámica de su vuelo, lo que implicaría un riesgo de colisión.

Dicho lo anterior, el presente programa define y establece las condiciones de mejoramiento de las estructuras de la línea de transmisión para prevenir o minimizar dichos riesgos de colisión o electrocución, lo que implicaría la pérdida de individuos de avifauna durante la operación del proyecto.

Objetivo general

Prevenir la pérdida de individuos de aves que se distribuyen en el área del proyecto ante la modificación de su hábitat por el establecimiento de la línea de transmisión.

Objetivos particulares

Se consideran los siguientes objetivos particulares:

- Determinar el riesgo de choque y electrocución de las aves que se distribuyen en el área de la línea de transmisión.
- Prevenir o disminuir los riesgos de electrocución de las aves rapaces y de mediana envergadura que podrían utilizar las torres como posaderos.
- Disminuir el riesgo de choque de la avifauna con el tendido de la línea de transmisión del proyecto.
- Conservar la diversidad de avifauna que se desplace por el área de la línea de transmisión del proyecto.

VERSIÓN PÚBLICA

Metas

Para el Programa de Protección de Avifauna, se consideran las siguientes metas:

- Establecer protección anti electrocución en el 100% de las torres de la línea de transmisión.
- Establecer dispositivos disuasores de vuelo en el 100% del tendido del cableado de la línea de transmisión.
- Determinar el riesgo de colisión real de aves para la línea de transmisión eléctrica, a través de un monitoreo de 1 año en la etapa operativa.

Alcances

De acuerdo con los objetivos, el presente programa tiene como alcance establecer las acciones de protección que sean necesarias para aumentar la posibilidad de sobrevivencia de las aves durante la operación del proyecto, por lo que la aplicación del programa será en la totalidad de la línea de transmisión (3.15 km), durante las etapas de construcción y operación, e incluirá a todas las especies de aves con potencial de choque y electrocución con la línea de transmisión, considerando un monitoreo de 3 años para la verificación de la eficiencia de los dispositivos antichoque y electrocución.

Responsable de la ejecución del programa

El responsable de la ejecución y desarrollo del programa será **la promovente**, quien coordinará la forma de implementación de las acciones de protección. En cuanto al establecimiento de las estructuras antichoque y electrocución, estará a cargo del personal técnico constructivo, mientras que el monitoreo, lo realizará el personal técnico especialista en fauna.

Listado potencial de especies de aves para el área del proyecto

El presente programa estará dirigido a todas las especies de aves que pudieran desplazarse por el área de la línea de transmisión eléctrica del proyecto en la etapa operativa y que cuentes con potencial de afectación por choque o electrocución con los elementos del tendido (torres de transmisión, fases y cable guarda).

De acuerdo con la información obtenida en el Capítulo III de la MIA-R, se obtuvo un listado bibliográfico de especies de aves potenciales a presentarse en el área del proyecto y con base en las características de las aves y el diseño de la línea de transmisión, se seleccionaron las especies que podrían presentar riesgo de electrocución o choque, las cuales se presentan en la siguiente tabla.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla IV-29. Especies potenciales de aves con riesgo de colisión y electrocución con la LT.

Especie	AP	Riesgo	Especie	AP	Riesgo
Antigone canadensis	No	Colisión y electrocución	*Actitis macularius*	No	Colisión
Ardea alba	Si	Colisión y electrocución	*Aechmophorus clarkii*	No	Colisión
Ardea herodias	No	Colisión y electrocución	*Aechmophorus occidentalis*	No	Colisión
Asio flammeus	No	Colisión y electrocución	*Aix sponsa*	No	Colisión
Buteo swaisoni	Si	Colisión y electrocución	*Anas acuta*	No	Colisión
Buteo jamaicensis	Si	Colisión y electrocución	*Anas crecca*	No	Colisión
Butorides virescens	No	Colisión y electrocución	*Anas diazi*	No	Colisión
Cathertes aura	Si	Colisión y electrocución	*Anas platyrhynchos*	No	Colisión
Corvus corax	Si	Colisión y electrocución	*Anser albifrons*	No	Colisión
Coragyps atratus	Si	Colisión y electrocución	*Anser caerulescens*	No	Colisión
Falco femoralis	No	Colisión y electrocución	*Aythya affinis*	No	Colisión
Falco mexicanus	No	Colisión y electrocución	*Aythya americana*	No	Colisión
Falco peregrinus	No	Colisión y electrocución	*Aythya collaris*	No	Colisión
Megaceryle alcyon	No	Colisión y electrocución	*Aythya valisineria*	No	Colisión
Megascops kennicottii	No	Colisión y electrocución	*Bombycilla cedrorum*	No	Colisión
Nycticorax nycticorax	No	Colisión y electrocución	*Branta canadensis*	No	Colisión
Pandion haliaetus	No	Colisión y electrocución	*Bucephala albeola*	No	Colisión
Pelecanus erythrorhynchos	No	Colisión y electrocución	*Bubulcus ibis*	Si	Colisión
Plegadis chihi	No	Colisión y electrocución	*Calidris bairdii*	No	Colisión
Accipiter cooperii	No	Electrocución	*Calidris himantopus*	No	Colisión
Accipiter striatus	No	Electrocución	*Calidris melanotos*	No	Colisión
Aquila chrysaetos	No	Electrocución	*Chlidonias niger*	No	Colisión
Asio otus	No	Electrocución	*Chroicocephalus philadelphia*	No	Colisión
Buteo albonotatus	No	Electrocución	*Circus hudsoni*	Si	Colisión
Buteo regalis	No	Electrocución	*Eremophila alpestris*	No	Colisión
Caracara planctus	No	Electrocución	*Fulica americana*	No	Colisión
Columba livia	No	Electrocución	*Gallinago delicata*	No	Colisión
Corvus cryptoleucus	No	Electrocución	*Gallinula galeata*	No	Colisión
Egretta thula	No	Electrocución	*Himantopus mexicanus*	No	Colisión
Falco columbarius	No	Electrocución	*Ixobrychus exilis*	No	Colisión
Falco sparverius	Si	Electrocución	*Larus delawarensis*	No	Colisión
Haliaeetus leucocephalus	No	Electrocución	*Leucophaeus atricilla*	No	Colisión
Tyto alba	Si	Electrocución	*Leucophaeus pipixcan*	No	Colisión
Podilymbus podiceps	No	Colisión	*Mareca americana*	No	Colisión

VERSIÓN PÚBLICA

Especie	AP	Riesgo	Especie	AP	Riesgo
Recurvirostra americana	No	Colisión	*Mareca strepera*	No	Colisión
Spatula clypeata	No	Colisión	*Numenius americanus*	No	Colisión
Spatula cyanoptera	No	Colisión	*Oxyura jamaicensis*	No	Colisión
Spatula discors	No	Colisión	*Patagioenas fasciata*	No	Colisión
Sterna forsteri	No	Colisión	*Phalaropus tricolor*	No	Colisión
Tringa melanoleuca	No	Colisión	*Pluvialis dominica*	No	Colisión
Tringa solitaria	No	Colisión	*Podiceps nigricollis*	No	Colisión
Zenaida asiatica	Si	Colisión	*Zanaida macroura*	Si	Colisión

Los factores para determinar el **riesgo potencial de electrocución** del listado anterior fueron 3:

1) El tipo de ave: Considerando aquellas de tamaño medio a grande, que podrían utilizar las torres como punto de caza o descanso.

2) Factores ambientales: Considerando la morfología del terreno, el tipo de vegetación a remover, cercanía con cuerpos de agua.

3) Estructuras y diseño de las torres de transmisión: Considerando torres con 3 crucetas tipos: 4W2 y 4CY1R y EA4W22MA y las funciones que estas tendrán para las aves.

Los factores utilizados para determinar el **riesgo potencial de colisión o choque** fueron los siguientes:

1) Las características de la línea de transmisión: Ubicación de la línea, dimensión 3.15 km , altura máxima de las torres 74.9 m y el tipo de cableado (2 fases y la línea guarda).

2) Tipo de aves: Se consideraron las alturas de vuelo del listado potencial de aves, hábitos de vuelo (migratorias), tendencia a formar parvadas, capacidad de maniobra del ave en el aire.

3) Factores ambientales: Considerando la morfología del terreno, el tipo de vegetación a remover, cercanía con cuerpos de agua.

Cabe señalar que, del listado potencial de aves con riesgo de colisión y electrocución, presentado en la tabla anterior, únicamente 12 especies de aves se identificaron en el área del proyecto durante los muestreos de campo, de las cuales 5 son especies rapaces, 2 garzas, 2 zopilotes, 2 palomas y 1 cuervo.

VERSIÓN PÚBLICA

Estimación del riesgo de colisión con LT del proyecto

De acuerdo con la bibliografía consultada, existen algunos métodos de predicción de la estimación del riesgo de colisión de avifauna, entre los que se pueden mencionar 1) Modelo basado en observación directa; 2) Modelos estadísticos y de regresión; 3) Modelos de evaluación de riesgo a través de un software de estimación; 4) Modelos especiales predictivos y 5) Modelos basados en simulación de movimientos. De éstos, la mayoría de los modelos consultados corresponde a la estimación de colisiones de aves con aerogeneradores y aviones, los cuales no son aplicables al proyecto, tratándose éste de un parque fotovoltaico, por lo que para determinar o estimar el riesgo de colisión de las aves con la línea de transmisión del proyecto, se considera la aplicación del Modelo basado en la observación directa (1).

La mayoría de los estudios realizados a nivel internacional sobre el problema de la colisión se he enfocado en la mortalidad de las especies de avifauna afectadas y los factores técnicos y ambientales que los ocasionan. Basándose en la experiencia de las investigaciones tomadas como referencia, el objetivo de la estimación del riesgo de colisión será evaluar la efectividad del marcaje de la línea para la prevención o minimización de las colisiones en el área del proyecto.

Para llevar a cabo dichas estimaciones se propone la utilización de la metodología desarrollada por De La Zerda & Reselli[10], sin embargo, los especialistas en el manejo de fauna silvestre, responsables de la ejecución técnica del programa, determinarán la metodología más adecuada de acuerdo con sus necesidades específicas, las características de la línea de transmisión y las especies registradas durante la construcción del proyecto.

Para el desarrollo del monitoreo, para la estimación del riesgo de colisión, se realizarán mediciones en una línea de transmisión cercana al área del proyecto (como línea base) y la línea de transmisión del proyecto, donde se tomarán en cuenta tres aspectos principales.

a) **Observación de vuelos diurnos a través de las líneas de transmisión.**

Se realizará una observación diurna de vuelos por al menos dos especialistas. En cada muestreo, se realizarán observaciones durante 5 a 6 horas continuas durante 4 días en cada estación de muestreo, obteniendo todas las horas del día para cada estación. El número de estaciones se determinará de acuerdo con el nivel de visibilidad entre torres. Durante las observaciones se registrará la hora, especies avistadas, tamaño de bandadas, dirección de vuelo, reacciones a la línea y altura de vuelo.

Las reacciones de las aves serán clasificadas según su tipo: Devolverse, cambio de dirección o altura, desintegración de la bandada, etc.), y la distancia de la línea en la que se produjeron por ejemplo I=Entre en suelo y el conductor más bajo; II= Entre el conductor más bajo y el más alto; III= Entre el conductor más

[10] De La Zerda S. & Rosselli L. Mitigación de colisión de aves contra líneas de transmisión eléctrica con marcaje de cable de guarda. Ornitología colombiana N°1 (2003).

VERSIÓN PÚBLICA

alto y el cable de guarda; IV= Hasta 50 m más alta que el cable de guarda o; V= más de 50m por encima de éste cable. Este tipo de muestreo se realizará cada 3 meses durante 2 años.

Adicionalmente, para la línea de transmisión del proyecto, durante las observaciones de vuelo, se tomarán los siguientes datos:

- El estudio de la totalidad de especies de aves que transiten en el área del proyecto.
- Distribución, abundancia y diversidad de especies a lo largo del ciclo de estudio, de forma que puedan obtenerse índices de dichos parámetros.
- Temporalidad de presencia de las especies identificadas en la línea de transmisión, es decir, si son residentes o migratorias, etc.
- Especies nativas, endémicas, prioritarias y aquellas que se encuentren registradas tanto en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, en la lista Roja de Especies Amenazadas de UICN; así como, las especies incluidas en los Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES).
- Información sobre el hábitat, de manera que sea posible relacionar la densidad de las poblaciones de aves con las características de su entorno.
- Ubicación de posibles zonas a nidación, alimentación o percheo.

b) **Búsqueda de cadáveres**

Debido a que es casi imposible ver y contar las colisiones por observación directa, el estimativo de total de colisiones se basará en la búsqueda de cadáveres debajo de las líneas de transmisión, donde los especialistas recorrerán el terreno debajo de las líneas (línea base y línea del proyecto) en un área comprendida entre las torres y una franja de 100 metros de ancho (50m de cada lado del centro de la línea), buscando, identificando y removiendo cuerpos y restos de aves que presumiblemente pudieran haber chocado o electrocutado con la línea.

c) Estudio de error

Para determinar los valores que se implementarán para la determinación del error, se establecerá un estudio previo en ambas líneas de transmisión (línea base y línea del proyecto), esto debido a que no existe un valor único estándar universal aplicable a todas las líneas de transmisión, ya que el valor varía según el tipo de hábitat, las

VERSIÓN PÚBLICA

características del terreno, las especies de aves, entre otros factores, por lo que los valores a implementar en cada tipo de error, se determinarán de la siguiente manera.

Error de búsqueda (tasa de detección): Consistirá en la colocación y búsqueda posterior de un número conocido de cadáveres de codornices a lo largo de las líneas de transmisión, siguiendo el procedimiento usual de rastreo en el área. El porcentaje de cuerpos colocados que no sean encontrados por los buscadores corresponderá al valor de "error de búsqueda" de cada línea.

Error de desaparición: Consiste en realizar el seguimiento diario de los cadáveres de las codornices para monitorear su descomposición y desaparición del área, para determinar el porcentaje de cadáveres que pudieran desaparecer antes de ser encontrados en los monitoreos que serán realizados.

Error de hábitat: Se estima el porcentaje del área de la línea de transmisión en la que no será posible la búsqueda de cadáveres por inaccesibilidad al sitio, ya sea por la topografía o condiciones sociales o ambientales que no permiten el acceso a la totalidad del área.

Error de lisiados: Será el único valor de error que será estimado en cada campaña de monitoreo, pues se estimará como resultado de la observación de vuelos diurnos, en el que se definirá el porcentaje de aves que han sido observadas que chocan contra las líneas de transmisión y continúan volando o desplazándose hasta salir del área de búsqueda.

Una vez que se realizó la estimación de los valores de error de búsqueda, error de desaparición y error de hábitat, se llevarán a cabo las campañas de monitoreo en las que se determinarán, las observaciones de vuelos diurnos, búsqueda de cadáveres, y error de lisiados, en ambas líneas de transmisión (línea base y línea del proyecto), con lo que se podrá determinar el riesgo de colisión y/o electrocución y de la misma forma se podrá definir la eficiencia de las medidas de prevención y/o minimización de choque y/o electrocución de las aves, que se implementarán en el proyecto, tal como se indica en los Indicadores Ambientales del programa.

Metodología

En las líneas de transmisión eléctrica, los elementos de mayor riesgo de colisión para las aves son el cable de guarda (un cable más delgado que los cables conductores, que se extiende en las partes más altas de las torres) y los cables conductores de fase, que se ejemplifican en la siguiente figura.

VERSIÓN PÚBLICA

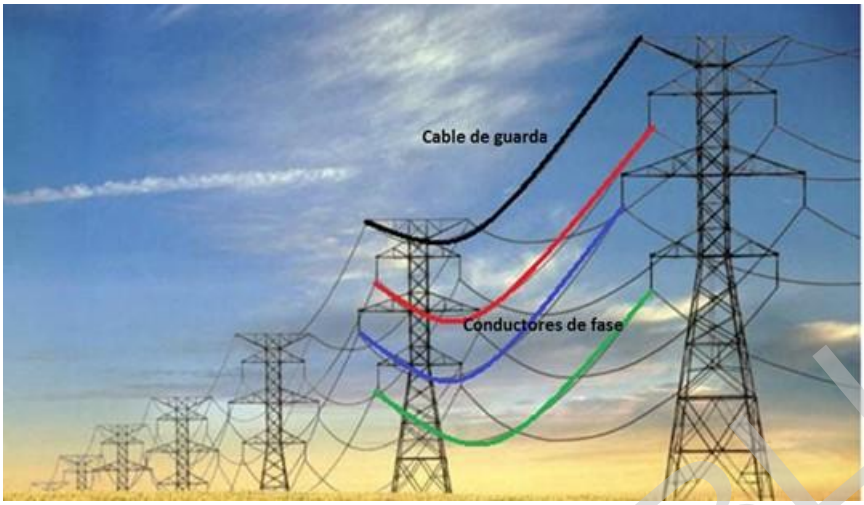


Figura IV-13. Tipo de cableado en línea de transmisión eléctrica.
Fuente: Obtenida de internet.

La causa inmediata de la colisión parece encontrarse en la dificultad de las aves para detectar a tiempo y evitar con éxito los cables, por lo que el sistema más estudiado y el más efectivo reportado en la literatura es el marcaje del cableado con dispositivos para el desvío de vuelo[11] que se ejemplifican en la siguiente figura y los cuales serán utilizados como medidas como medidas de protección en el área del proyecto.

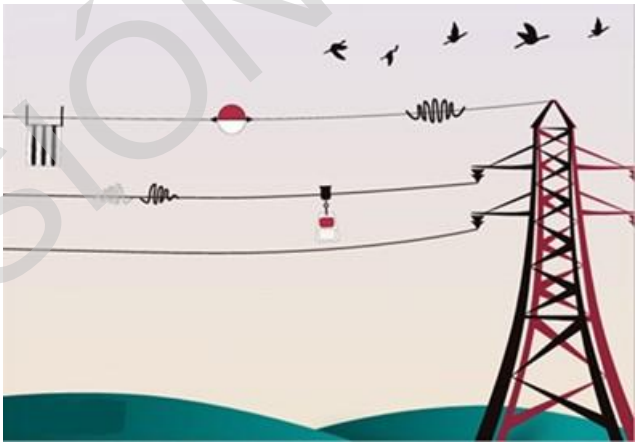


Figura IV-14. Ejemplo de dispositivos para el desvío de vuelo.

Fuente: Obtenido y modificado de internet.

Por otra parte, las aves suelen utilizar las líneas de transmisión como sitios para perchar, especialmente los postes o torres, para incrementar el rango de visión y la velocidad durante la cacería; sin embargo, al usarlos corren

[11] Rosselli, Loreta & Zerda, Sussy. (2003). Mitigación de colisión de aves contra líneas de transmisión con marcaje del cable de guarda. Ornitologia Colombiana. 1. 42-62.

VERSIÓN PÚBLICA

riesgo de electrocutarse al hacer contacto entre los conductores de fase y alguno de los componentes a tierra que pudieran permanecer sin aislar como se ejemplifica en la siguiente figura.

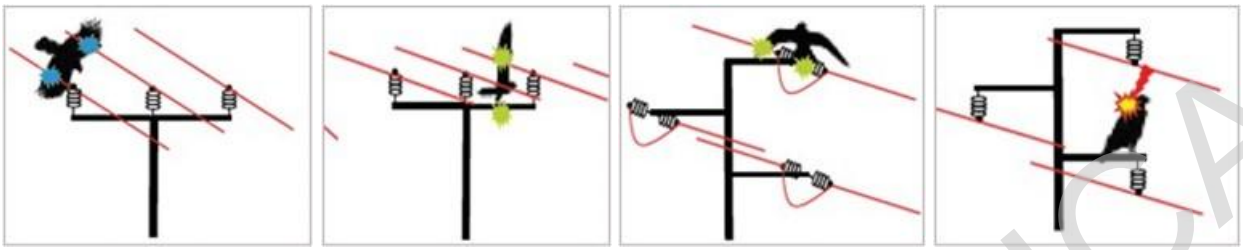


Figura IV-15. Ejemplo de eventos de electrocución en torres de transmisión de las aves.

Fuente: Obtenida de internet.

Con base en esto, el proyecto considera como medida de protección el recubrimiento del cable conductor, de modo que, si un ave utiliza la parte superior de la cruceta como posadero, no habrá contacto directo entre la fase y tierra, así mismo, el montaje y las distancias de separación de las líneas energizadas entre sí, así como la distancia a la estructura de la torre, estarán suficientemente separadas para prevenir que aves, aún de gran envergadura no corran riesgos de electrocuciones.

Para cumplir con los objetivos y metas establecidas en el presente programa, se implementarán las siguientes medidas de protección para las aves en la línea de transmisión eléctrica.

Inhabilitación de nidos

Previo al inicio de la preparación de sitio, para la construcción de la línea de transmisión, el personal especialista en el manejo de fauna, realizará un recorrido por las áreas con vegetación, con la finalidad de identificar la presencia de nidos y determinar si existe actividad en ellos, puesto que, aquellos que se encuentren inactivos serán inhabilitados para minimizar el anidamiento de las aves en el área de LT durante las actividades constructivas. En caso de encontrar polluelos, los nidos serán marcados para monitorear y se dará seguimiento a la madurez de los individuos y poder inhabilitarlos una vez que los polluelos los abandonen, evitando en manera de lo posible la reubicación para generar la menor cantidad de estrés posible.

Colocación de disuasores de vuelo en la línea de transmisión eléctrica

El proyecto considera la marcación de los cables de la línea de transmisión, colocando disuasores/desviadores de vuelo como esferas de marcado, espirales o marcas de suspensión que permitan a las aves identificar el cable guarda antes de la colisión como se ejemplifica en la siguiente figura.

VERSIÓN PÚBLICA



Figura IV-16. Ejemplo de disuasores de vuelo espirales y marcas de suspensión en la línea eléctrica.
Fuente: Obtenida de internet.

El tipo específico de los disuasores será elegido por el grupo de especialistas encargados de la aplicación del programa de acuerdo con los resultados del monitoreo y las especies de aves (principalmente migratorias) que sean avistadas. Provisionalmente se propone la colocación de los desviadores de vuelo a una distancia entre 10 y 15 metros entre ellos.

Colocación de elementos aislantes para prevenir la electrocución de aves en la línea de transmisión

Para la línea de transmisión del proyecto se realizará el reforzamiento con un aislador polimérico[12] para aislar las crucetas de las torres y el cable adyacente para prevenir la electrocución, así mismo la altura del montaje y las distancias de separación de las líneas energizadas entre sí, así como la distancia a la estructura de la torre, estarán lo suficientemente separadas para prevenir que aves, aun de gran envergadura como *Cathartes aura, Coragyps atratus o Bueto jamaicensis*, puedan tocar simultáneamente dos fases y electrocutarse, tal como se muestra en la siguiente figura.

[12] Un aislador polimérico es un accesorio aislante compuesto por un núcleo sólido de fibra de vidrio y un envolvente exterior polimérico con alta resistencia mecánica, que vita que se transmita la electricidad desde el punto de tensión a tierra.

VERSIÓN PÚBLICA



Figura IV-17. Ejemplo de aisladores poliméricos en línea de transmisión eléctrica.
Fuente: Obtenida de internet.

El tipo específico de los aislantes será elegido por el grupo de especialistas encargados de la aplicación del programa de acuerdo con los resultados del monitoreo y las especies de aves (principalmente rapaces) que sean avistadas, por lo que el tipo de aislantes y características de seguridad anti electrocución en el montaje de las torres serán informados en el Informe de cumplimiento anual correspondiente.

Monitoreo de operación de la línea de transmisión

El monitoreo de aves es una herramienta que, aunque no representa una medida preventiva o de mitigación, permitirá conocer si durante el desarrollo del proyecto y la aplicación de las medidas protección, el área del proyecto de la línea de transmisión contará con las condiciones necesarias para la adaptación y prevalencia de la diversidad de especies de aves registradas antes de las actividades de su desarrollo. El monitoreo de aves durante la etapa operativa y de mantenimiento del proyecto, se basará en los parámetros “Observación de vuelo diurnos” y “búsqueda de cadáveres” descritas a detalle en el apartado “Estimación del riesgo de colisión”.

Indicadores ambientales

En la siguiente tabla, se incorporan los indicadores de realización y eficiencia que se implementarán para el Programa de Protección de Avifauna.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla IV-30. Indicadores Ambientales del Programa de Protección de Avifauna.

Indicador ambiental	Impacto ambiental	Forma de medición	Valor de referencia
Indicador de riesgo de choque y electrocución.	Electrocución y/o colisión de individuos de avifauna	Determinación a través de los resultados del monitoreo y la aplicación de la metodología de evaluación de riesgo de choque.	Línea base del monitoreo
Pérdida de individuos por operación de la LT	Electrocución y/o colisión de individuos de avifauna	Cuantificación directa a través del monitoreo y búsqueda de cadáveres.	Línea base del monitoreo.
Prevalencia de especies en el área de la línea de transmisión	Disminución del área de ocupación de la fauna. Electrocución y/o colisión de individuos de avifauna	Cuantificación directa a través del monitoreo.	Presencia de individuos en el área de la LT, desarrollando sus hábitos sin choque o electrocuciones.

Interpretación de resultados y cuantificación del impacto real

En cuanto a la operación de la línea de transmisión, el objetivo de las medidas propuestas es evitar el impacto ambiental denominado "Electrocución y/o colisión de individuos de avifauna", por lo que el indicador está dirigido a confirmar la ausencia de cadáveres de avifauna asociados a la operación de la línea de transmisión, por lo que, en caso de que el indicador muestre la falla en las medidas al encontrar fauna colisionada o electrocutada (rebasando el valor de referencia), se establecerán las medidas correctivas necesarias asociadas al mejoramiento o mantenimiento de las estructuras, asegurando de esta manera que se alcance los objetivos de las medidas propuestas.

Medidas correctivas

En caso de que los indicadores reporten parámetros mayores a los establecidos en los valores de referencia (línea base), se implementarán las siguientes medidas correctivas:

- Disminuir la distancia de los disuasores de vuelo en la línea de transmisión o modificar el tipo de disuasores.
- Reponer disuasores de vuelo perdidos o dañados.
- Reforzar el recubrimiento de las crucetas o remplazarlas por uno con mayor efectividad.
- Dar mantenimiento a los aisladores de las torres de la línea de transmisión o en su caso modificar el tipo de aisladores.

VERSIÓN PÚBLICA

Programa de Manejo Integral de Residuos

Introducción

Según Castellanos *et al* (2019) [13] los residuos pueden definirse como cualquier objeto, material, sustancia o elemento resultante del consumo, uso o transformación de un bien por actividades domésticas, industriales o comerciales que el generador descarta y es susceptible de transformación para ser aprovechado con valor económico o para dirigirse a disposición final.

Durante las diferentes etapas de desarrollo del proyecto, se generarán materiales o productos que se desecharán derivados de la presencia de personal, maquinaria y los procesos constructivos, y con la finalidad de evitar o disminuir los riesgos de contaminación del suelo por un manejo inadecuado de dichos residuos, se desarrolla el Programa de Manejo Integral de Residuos.

El Programa de Manejo Integral de Residuos se desarrolla como un conjunto de acciones, y disposiciones técnicas y normativas, encaminadas a dar a los residuos generados en el proyecto el destino más adecuado desde el punto de vista ambiental, y de acuerdo con sus características como volumen, área de generación, costos de manejo, determinar el tipo de disposición que se dará a cada uno (tratamiento, reutilización, reciclaje, valorización o disposición final).

En este sentido, el Programa de Manejo Integral de Residuos describe un manejo de los residuos fundamentado principalmente en los lineamientos establecidos en la LGEEPA, la LGPGIR[14] y sus respectivos reglamentos, así como las normas oficiales mexicanas aplicables en materia de residuos. Adicionalmente, el manejo establecido en el Programa también se apega a los lineamientos establecidos en la Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Durango (misma que está basada en la legislación federal antes mencionada).

Objetivo general

Prevenir la contaminación del suelo mediante la implementación de un manejo adecuado de cada tipo de residuo a generar por el proyecto.

Objetivos particulares

El Programa consideran los siguientes objetivos particulares:

- Establecer un protocolo de acción a implementar por cada tipo de residuo a generar en el proyecto.

[13] Castellanos, C; Tovar, N; Martínez, C. (2019). Modelo de gestión de residuos sólidos para el colegio "El Lago". Tesis de licenciatura, Universidad Piloto de Colombia.
[14] Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

VERSIÓN PÚBLICA

- Mantener todas las áreas del proyecto permanentemente limpias, libres de residuos.
- Contar con espacios específicos acondicionados para el almacenamiento temporal de los residuos generados en cada etapa del proyecto.
- Evitar la dispersión de residuos en las áreas de generación mediante la separación y clasificación.

Metas

Se consideran las siguientes metas:

- Disponer en sitios autorizados el 100% de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial generados por el proyecto, optando de ser posible por sitios de reciclaje y reutilización de los residuos.
- Disponer en sitios autorizados el 100% de los residuos peligrosos generados para su manejo o disposición final.
- Disponer el 100% de aguas residuales generadas en sitios para su tratamiento.

Alcances

De acuerdo con los objetivos, el presente programa tiene como alcance establecer la forma de manejo más adecuada para cada tipo de residuo a generar por acción del proyecto. Las medidas propuestas de forma sistematizada, basadas en las leyes y normas de manejo de residuos, que sean vigentes y aplicables al proyecto, ayudarán a que se prevenga o minimice el riesgo de contaminación, por lo que la aplicación del Programa será en la totalidad del área del proyecto donde se presenten actividades con generación de residuos.

Responsable del desarrollo del programa

El responsable de la ejecución y desarrollo del programa será la promovente quien coordinará y asegurará que todo el personal que se desempeñe en el proyecto le dé un manejo adecuado a los residuos que generen.

Línea base de residuos a generar en el proyecto

Considerando las actividades y materiales que se utilizarán para el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas, se prevé que los residuos a generar sean los siguientes:

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla IV-31. Línea base de residuos a generar por el proyecto.

Tipo de residuo[15]	Clasificación	Descripción	Residuos a generar
Residuos Sólidos Urbanos (RSU)	Orgánicos	Desecho de origen biológico que alguna vez estuvo vivo o fue parte de un ser vivo.	Desechos de alimentos del personal que labore en el proyecto.
	Inorgánicos	Todo desecho que no es de origen biológico.	Papel, cartón, aluminio, plástico (PET), vidrio, empaques de alimentos, etc.
Residuos de Manejo Especial	Desmonte y despalme	Residuos provenientes de la remoción de la vegetación y la capa orgánica de suelo.	Suelo orgánico y residuos vegetales.
	RSU de gran generación	Residuos sólidos urbanos inorgánicos que presenten una generación superior a 10 ton/año como indica la NOM-161-SEMARNAT-2011.	Papel, cartón, aluminio, plástico (PET), vidrio, empaques de alimentos, etc.
	Excavaciones	Todo el material proveniente de las excavaciones y que sea removido del área de extracción.	Suelo inorgánico.
	Construcción	Residuos inorgánicos que por sus dimensiones o volumen no puedan ser manejados como RSU.	Residuos de concreto provenientes de colados *in situ*, varillas, residuos de metal, emplaye, cartón y madera.
Residuos Peligrosos	Materiales impregnados con residuos peligrosos	Residuo que aparece en los listados contenidos en la NOM-052-SEMARNAT-2005 por contar con alguna de las características CRTI. • Corrosivo. • Reactivo. • Inflamable. • Tóxico.	Residuos misceláneos sólidos impregnados de solventes utilizados en mantenimientos preventivos y correctivos de maquinaria y equipo de combustión interna.
	Residuos líquidos		Aceite gastado proveniente de desprendimientos o rupturas de las mangueras de inyección de la maquinaria y equipo de combustión interna en una eventual falla mecánica.

Descripción de manejo de los diferentes tipos de residuos

Para alcanzar las metas y objetivos planteados en el Programa, se llevará a cabo el manejo de los residuos como se describe a continuación:

Manejo de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y Peligrosos (RP)

Los residuos sólidos urbanos y peligrosos que se generen, serán separados y clasificados en los sitios de generación y se colocarán en contendores plásticos o metálicos con tapa, identificados de un color específico y rotulados con etiquetas como se indica en la siguiente tabla.

[15] Clasificación de residuos que serán generados en el proyecto (LGPGIR, 2021).

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla IV-32. Manejo de Residuos Sólidos Urbanos.

Residuo	Etapa del proyecto	Lugar de clasificación	Tipo de contenedor	Etiqueta[16]
Orgánicos	-Preparación de sitio. -Construcción. -Abandono	Áreas de comedores. Frentes de trabajo activos.	Contenedor plástico o metálico identificado con color verde, con tapa y rotulado con etiqueta.	
	-Operación	Área de oficinas.		
Inorgánicos papel y cartón.	-Preparación de sitio. -Construcción.	Área de oficinas provisionales	Contenedor plástico o metálico identificado con color amarillo y rotulado con etiqueta	
	Operación	Área de oficinas.		
Inorgánicos Metal y aluminio	-Preparación de sitio. -Construcción. -Abandono	Áreas de comedores. Frentes de trabajo activos.	Contenedor plástico o metálico identificado con color azul y rotulado con etiqueta.	
Inorgánicos Plástico (PET)	-Preparación de sitio. -Construcción. -Abandono	Áreas de comedores. Frentes de trabajo activos. Área de oficinas provisionales	Contenedor plástico o metálico identificado con color azul marino y rotulado con etiqueta.	
	-Operación	Área de oficinas.		
Inorgánicos no reciclables	-Preparación de sitio. -Construcción. -Abandono	Áreas de comedores. Frentes de trabajo activos. Área de oficinas provisionales.	Contenedor plástico o metálico identificado con color gris y rotulado con etiqueta.	
	-Operación	Área de oficinas.		
Peligrosos	-Preparación de sitio -Construcción -Abandono	Frentes de trabajo activos con maquinaria y equipo de combustión interna en operación y estacionamientos.	Metálico de 200l, con tapa, identificado con color rojo, sobre una base impermeable y con etiqueta.	
	-Mantenimiento	Áreas de mantenimiento		

En la siguiente figura se incorporan ejemplos de contenedores que podrían implementarse durante el desarrollo del proyecto.

[16] Tomando como referencia la Guía de diseño para la identificación gráfica de manejo integral de residuos sólidos urbanos de la SEMARNAT.

VERSIÓN PÚBLICA



Figura IV-18. Ejemplo de contenedores para RSU y RP.
Fuente: Obtenido de internet.

Una vez que los contendores se encuentren al 80% de su capacidad, los residuos se trasladarán a áreas internas de acopio que contarán con las características necesarias para proteger los residuos hasta su disposición.

El acopio temporal para los residuos sólidos urbanos será una instalación que contará con tolvas de almacenamiento para los diferentes tipos de residuos y la infraestructura necesaria para proteger los residuos de la lluvia y evitar la dispersión por el viento como se ejemplifica en la siguiente figura.

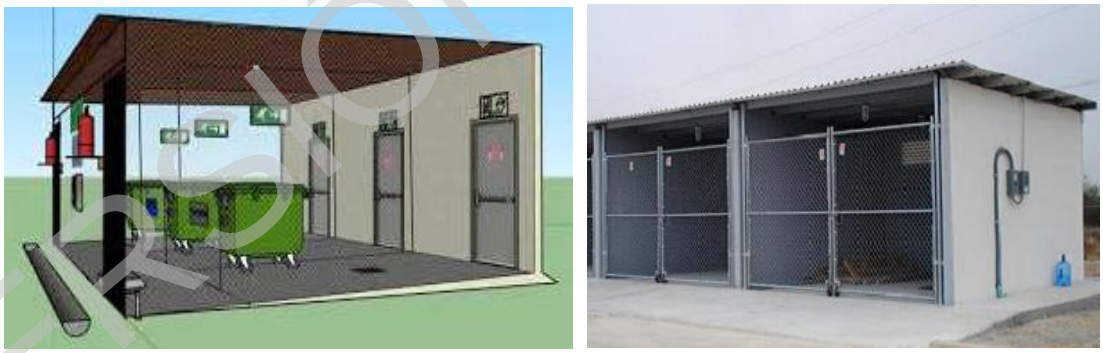


Figura IV-19. Ejemplo de acopio temporal de residuos sólidos urbanos.
Fuente: Obtenida de internet.

El traslado de los residuos **peligrosos** será al Almacén Temporal de Residuos Peligrosos (ATRP), donde serán envasados y etiquetados adecuadamente de acuerdo con su peligrosidad e incompatibilidad, de tal forma que puedan prevenirse fugas, derrames o incendios y se llenará una bitácora de entrada con fecha de generación de los residuos y la identificación de cada uno de ellos. Las características del ATRP y el manejo de los residuos dentro

VERSIÓN PÚBLICA

de él, cumplirán con las características básicas establecidas en el Artículo 82[17] del reglamento de la LGPGIR como se ejemplifica en la siguiente figura, y la disposición de los residuos será en sitios autorizados previo a un periodo de seis meses a partir de su fecha generación.

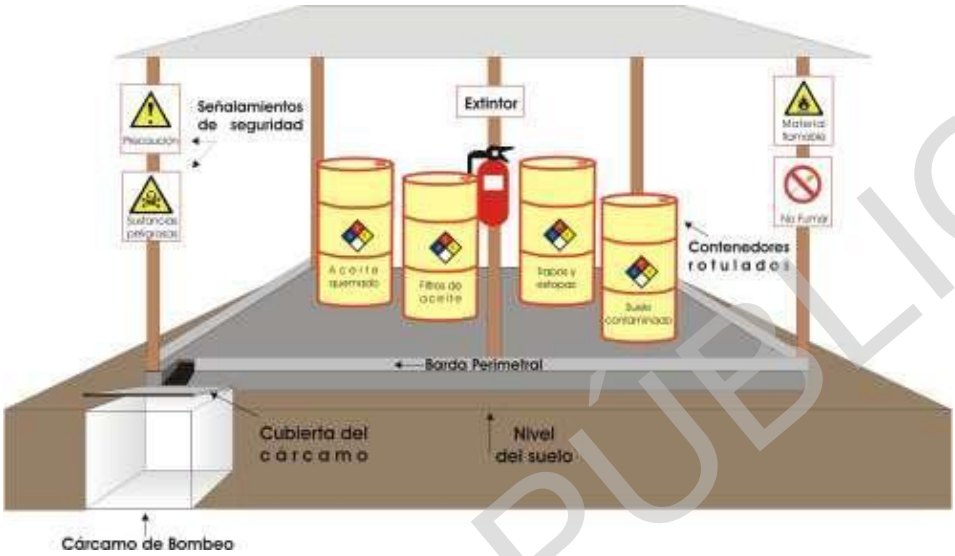


Figura IV-20. Características básicas de un ATRP.
Fuente: Obtenida de internet.

Una vez que el acopio temporal de RSU y/o el ATRP se encuentren al 80% de su capacidad, o que los residuos cumplan con el periodo establecido para su disposición (como se muestra en la siguiente tabla), estos serán dispuestos de acuerdo con su clasificación a través de empresas autorizadas y especializadas para el transporte y manejo de los residuos.

Tabla IV-33. Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos y Peligrosos.

Residuo	Periodo máximo de almacenamiento	Tipo de disposición	Evidencia
Orgánicos	Semanal	-Disposición final.	Papeletas de pesaje de residuos. Bitácoras de generación.
Inorgánicos valorizables:	Cuando el acopio se encuentre al 80% de su capacidad.	-Reutilización.	Papeletas de pesaje de residuos.

[17] Condiciones básicas para áreas de almacenamiento: a) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y materias primas o productos terminados; b) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones; c) Contar don dispositivos para contener posibles derrames; d) Pisos con pendientes y canales que conduzcan los derrames a fosas de retención; e) Contar con pasillos que permitan el tránsito; f) Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad; g) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados: h) Almacenamiento en recipientes identificados; i) Una altura máxima de estiba de tres tambores en forma vertical.

VERSIÓN PÚBLICA

Residuo	Periodo máximo de almacenamiento	Tipo de disposición	Evidencia
-papel y cartón -Metal y aluminio -Plástico (PET)		-Reciclaje. -Disposición final.	Bitácoras de generación.
Inorgánicos no reciclables.	Mensual o cuando el acopio se encuentre al 80% de su capacidad.	-Disposición final.	Papeletas de pesaje de residuos. Bitácoras de generación
Peligrosos	Semestral o cuando el ATRP se encuentre al 80% de su capacidad.	-Confinamiento -Co-procesamiento -Reciclaje.	Bitácoras de ingreso al ATRP. Manifiestos de manejo de RP emitidos por la SEMARNAT.

Manejo de Residuos de Manejo Especial de Construcción

Los residuos de manejo especial que sean generados en la etapa constructiva (madera, metal, emplaye, y cartón) que por sus dimensiones o características especiales no puedan ser clasificados en los contenedores de RSU, serán trasladados directamente a las áreas de acopio temporal que podrán ser los almacenes de RSU o zonas delimitadas acondicionadas (como se ejemplifica en la siguiente figura), donde se mantendrán de forma ordenada hasta su disposición en sitios autorizados conforme la periodicidad de disposición de los residuos inorgánicos.



Figura IV-21. Ejemplos de acopio temporal de residuos de manejo especial.

Fuente Obtenida de internet.

Manejo y disposición de aguas residuales

Durante la etapa de preparación de sitio y construcción se colocarán sanitarios portátiles cerca de los frentes de trabajo activos en una proporción de 1 por cada 10 trabajadores. La recolección de aguas sanitarias se realizará

VERSIÓN PÚBLICA

diariamente por la empresa arrendadora y autorizada para su transporte, manejo y disposición en un sitio autorizado. La siguiente figura muestra un ejemplo de sanitarios portátiles.





Figura IV-22. Ejemplo de sanitarios portátiles e implementar.

Fuente: Obtenido de internet.

Durante la tapa operativa se contará con un biodigestor tipo, cuyos residuos serán manejados por empresa debidamente autorizada para tal fin.

Manejo y disposición de residual vegetal y suelo

Durante las actividades de despalme se separará el suelo orgánico. El suelo recuperado, así como el residual vegetal producto de desmonte serán trasladados a un área de acopio temporal donde será acamellonado y protegido. Posteriormente, el residual vegetal será triturado o troceado y mezclado con el suelo para incorporarlo como mejorador de suelo.

El suelo inorgánico producto de excavaciones que cumpla con las características constructivas requeridas, será empleado para los rellenos y nivelaciones que se realicen para el desarrollo del proyecto. El suelo inorgánico que no sea empleado para dichas actividades será trasladado a un banco de tiro autorizado.

Capacitación de personal para manejo de residuos

Durante las etapas de preparación de sitio y construcción, se implementarán capacitaciones a todo el personal que opere en el proyecto para informar y concientizar sobre la responsabilidad con la que se deberán ejecutar las actividades en función del manejo adecuado de residuos. Entre los temas que se abordarán en las capacitaciones estarán los siguientes:

- Importancia de segregación de los residuos, y manejo de residuos de común generación.

VERSIÓN PÚBLICA

- Formas y consecuencias de la contaminación por residuos.
- Orden y limpieza de las áreas de trabajo y almacenes temporales de residuos.
- Limpieza y manejo de residuos provenientes de fugas y derrames de hidrocarburos de maquinaria y equipos de combustión interna.

Indicadores ambientales

En la siguiente tabla se incorporan los indicadores ambientales que se utilizarán para medir la eficiencia de las medidas ambientales propuestas en el presente programa y sus valores de referencia.

Tabla IV-34. Indicadores Ambientales del Programa de Manejo Integral de Residuos.

Indicador ambiental	Impacto ambiental	Forma de medición	Valores de referencia
Generación y manejo de contaminantes	Modificación de la calidad del suelo.	Porcentaje de residuos sólidos urbanos y de manejo especial generados, dispuestos en sitios autorizados respecto a los generados durante el proyecto. Porcentaje de residuos peligrosos generados, dispuestos en sitios autorizados respecto a los generados en el proyecto. Porcentaje de aguas residuales generadas dispuestas en sitios autorizados.	Valores establecidos en las metas del programa. Basados en los lineamientos de las leyes, reglamentos y normas oficiales aplicables.

Interpretación de resultados y cuantificación del impacto real

Para determinar el cumplimiento de las metas establecidas en el programa, además del éxito en la prevención y mitigación del impacto ambiental real “Modificación de la calidad del suelo”, se procesarán e interpretarán los datos obtenidos en los indicadores ambientales, con los que se determinará si las medidas aplicadas son suficientes para lograr un desempeño ambiental adecuado por parte del proyecto.

La cuantificación documentada de la generación y disposición de los residuos (independientemente de su clasificación), es una medida directa del impacto real generado por el desarrollo del proyecto en términos de volumen, ya que, considerando una meta de manejo y disposición adecuada del 100% de los residuos, cualquier cantidad o volumen de residuos no dispuestos serán considerados una fuente de contaminación directa para el suelo y la generación del impacto ambiental identificado como “Modificación de la calidad del suelo”.

VERSIÓN PÚBLICA

Medidas correctivas

En caso de que los indicadores ambientales reporten parámetros menores a los valores de referencia, o que en los frentes de trabajo y almacenes temporales se presenten residuos dispersos o mal clasificados, se implementarán las siguientes medidas correctivas:

- Identificación inmediata del área donde no se estén realizando de forma adecuada las acciones de clasificación.
- Cambiar de ubicación o acercar los contenedores y/o sanitarios portátiles para evitar largos recorridos del personal.
- Incrementar número de contenedores y/o sanitarios portátiles de acuerdo con la demanda.
- Modificar la periodicidad de retiro de los residuos a los almacenes y áreas de acopio temporal conforme las condiciones climáticas lo requieran.
- Dar mantenimiento a las áreas de acopio y reemplazar contenedores que pudieran estar dañados.

Medidas Adicionales

Las medidas adicionales son acciones puntuales que ejecutará la promovente para prevenir o atenuar los impactos ambientales menos significativos, puntuales y temporales que se prevé ocasionar con el desarrollo del proyecto, y que no requieren de metodología específica para su aplicación. En la siguiente tabla se incorporan las medidas adicionales que se implementarán para el proyecto.

Tabla IV-35. Medidas adicionales del proyecto.

Clasificación	Descripción	Medidas
Para prevenir la contaminación con hidrocarburos	Medidas para reducir el riesgo de contaminación proveniente de fugas, goteo o un derrame accidental de hidrocarburos, debido a la ruptura o desprendimiento de las mangueras de inyección de combustibles o lubricantes de la maquinaria.	-Programación de un mantenimiento preventivo periódico. -Uso de kit de atención a derrames de hidrocarburos y capacitación de operadores. -Revisión diaria de las condiciones de los motores previa a su operación.

VERSIÓN PÚBLICA

Clasificación	Descripción	Medidas
Para minimizar la emisión de gases de combustión y ruido	Medidas establecidas para disminuir la cantidad de gases de combustión y ruido emitidos por la operación de motores durante la preparación de sitio y construcción.	-Programación de un programa de mantenimiento correctivo. -Revisión diaria de las condiciones de los motores previa a su operación. -Prohibición de fuentes innecesarias de ruido.
Para minimizar la emisión de polvos	Medidas establecidas para disminuir o prevenir las emisiones de polvos hacia el ambiente ocasionadas por la circulación vehículos en terracerías y los movimientos de suelo.	-Humedecimiento de materiales y suelo. -Riego de terracerías.

A continuación, se describen las medidas adicionales.

Programación de un mantenimiento preventivo periódico

El mantenimiento preventivo se compondrá de una serie de inspecciones periódicas de maquinaria, equipo de combustión interna (ECI) y vehículos del proyecto, que se realizarán en un taller especializado externo a proyecto, como se ejemplifica en la siguiente figura.



Figura IV-23. Ejemplo de mantenimiento preventivo.
Fuente: Obtenida de internet.

El mantenimiento preventivo consiste en realizar tareas de limpieza, lubricación, ajustes, comprobaciones y reemplazo de los componentes defectuosos en cada ciclo de funcionamiento, con el fin de evitar fallas mecánicas que impliquen derrames de hidrocarburos, altas emisiones de partículas de combustión interna o altos niveles de ruido. Los ciclos de mantenimiento estarán basados en el funcionamiento normal de las unidades, durante el cual, el rendimiento desciende desde un nivel óptimo hasta el punto donde se alcanza el límite de confiabilidad, siendo este el punto que determinará la frecuencia de cada una de las unidades.

VERSIÓN PÚBLICA

Uso de kit de atención a fugas y goteos de hidrocarburos y capacitación de operadores

En todos los frentes de trabajo donde se tenga operación de maquinaria y ECI, así como en los estacionamientos provisionales se contará con un kit para la atención y contención de fugas y goteos de hidrocarburos; además, cada maquinaria contará con su propio equipo portátil para la atención. En la siguiente figura, se muestran ejemplos de kit de atención a fugas y goteos de hidrocarburos.



Figura IV-24. Ejemplo de kit de atención a fugas y goteos de hidrocarburos.
Fuente: Obtenida de internet.

Así mismo, los operadores de la maquinaria y equipo de combustión interna, y choferes, contarán con una capacitación para el manejo de fallas mecánicas que impliquen la fuga o goteos de hidrocarburos. La capacitación consistirá en la aplicación de los protocolos para la revisión previa a la operación, la detección de fallas mecánicas y desconexión de mangueras de inyección de hidrocarburos, la contención y manejo de estos a través del uso del kit de atención a derrames y el manejo de los residuos procedentes de esta acción.

Revisión diaria de las condiciones de los motores previa a su operación

Diariamente el operador de cada unidad realizará una revisión de las condiciones del motor, la integridad de las mangueras de inyección de hidrocarburos y las características de la opacidad de las emisiones de los escapes con apoyo de una check list, tal como se muestra en la siguiente figura, con lo que se asegurará que las unidades se encuentran en buenas condiciones para su operación.

VERSIÓN PÚBLICA




Figura IV-25 Ejemplo de revisión diaria de maquinaria previa a su operación.
Fuente: Obtenida de internet.

Humedecimiento de materiales y suelo

En caso de requerirse el transporte de suelo o de materiales para relleno y nivelación, se realizará su humedecimiento previo a su transporte para minimizar la emisión de polvos. Cabe señalar que para esta y cualquier otra actividad constructiva no se considera, y quedará estrictamente prohibido, el uso de agua proveniente de cuerpos de agua superficiales naturales o subterráneos no autorizados.

Riego de terracerías

Se realizará el humedecimiento del suelo con agua tratada en terracerías y frentes de trabajo con movimientos de suelo a través del uso de camiones cisterna, con la finalidad de mitigar y prevenir el levantamiento de polvos por acción del tránsito vehicular como se ejemplifica en la siguiente figura.




Figura IV-26. Ejemplo de riego de terracerías.

VERSIÓN PÚBLICA

IV.11. Viabilidad Ambiental de las Medidas Propuestas Ante el Cambio Climático

Previo al análisis de viabilidad ambiental de las medidas propuestas ante el cambio climático, es importante señalar que el desarrollo de un proyecto fotovoltaico no implica afectaciones significativas a dicho fenómeno, debido a que las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al mismo se concentran principalmente en la fase de preparación de sitio y construcción, siendo estas de carácter temporal y de baja magnitud. Durante la etapa operativa, el proyecto se considera una fuente de generación de energía limpia, ya que no requiere de procesos de combustión para la producción de la electricidad y, por lo tanto, no genera emisiones directas relevantes a gases de efecto invernadero.

Es importante destacar además que, las emisiones de gases de combustión derivadas del uso de maquinaria y vehículos durante la fase constructiva serán de baja magnitud, intermitentes y de corta duración, por lo que no representan una fuente permanente ni acumulativa de gases de efecto invernadero. De igual forma, el proyecto no contempla procesos industriales, actividades extractivas ni la operación de fuentes fijas de combustión que puedan contribuir de manera significativa al incremento de emisiones atmosféricas regionales. Por el contrario, la operación del parque fotovoltaico contribuirá indirectamente a la mitigación del cambio climático al desplazar parcialmente la generación eléctrica proveniente de combustibles fósiles.

En consecuencia, la contribución del proyecto al balance global de emisiones de gases de efecto invernadero se considera mínima durante las etapas de preparación de sitio y construcción y positiva durante la etapa de operación, sin capacidad de modificar las tendencias regionales o globales asociadas al cambio climático.

Con base en lo anterior, las medidas ambientales propuestas para los componentes aire, suelo y vegetación se encuentran orientadas a la prevención, mitigación y control de impactos ambientales locales, previamente evaluados como no significativos, puntuales y temporales, por lo que se consideran ambientalmente viables desde la perspectiva del cambio climático y compatibles con los objetivos de transición energética y reducción de emisiones.

A continuación, se presenta el análisis de viabilidad ambiental de las medidas propuestas para el proyecto ante escenarios relacionados con el cambio climático.

Tabla IV-36. Descripción de medidas ambientales ante el cambio climático para el Componente Suelo.

Impacto ambiental asociado	Fuente del impacto	Fase de generación	Medidas aplicables	Carácter de las medidas
Modificación de la susceptibilidad de erosión	Por el despalme y exposición temporal del suelo	Preparación de sitio Construcción	-Delimitación del área del proyecto a desmontar -Acciones de rescate y reubicación de flora -Reincorporación de suelo despalmado	Preventivas y de mitigación

VERSIÓN PÚBLICA

			-Riegos periódicos de frentes de trabajo con movimientos de suelo.	

Viabilidad Ambiental ante el Cambio Climático: Las medidas propuestas para atender el impacto ambiental identificado como "Modificación de la susceptibilidad de erosión", asociado a las actividades de despalme, nivelación y acondicionamiento del terreno para la instalación de paneles fotovoltaicos e infraestructura auxiliar, presentan una viabilidad ambiental eficaz frente a los escenarios actuales de cambio climático, considerando que éstos prevén un incremento en la intensidad y frecuencia de eventos de precipitación extrema, lo cual podría aumentar el riesgo de erosión hídrica en áreas con suelo expuesto.

Las acciones planteadas para la mitigación de dicho impacto se consideran pertinentes y eficaces, debido a que la afectación al suelo será temporal y localizada principalmente durante las etapas iniciales de construcción. Posteriormente, la mayor parte de las áreas intervenidas contará con cobertura permanente mediante la instalación de módulos fotovoltaicos, caminos internos estabilizados y obras de drenaje pluvial, además de conservarse o restablecerse cobertura vegetal en las áreas libres del proyecto mediante revegetación natural o inducida. Estas medidas contribuirán a reducir significativamente la generación de escorrentías superficiales, favorecer la infiltración del agua y mantener la estabilidad física del suelo.

En conclusión, las medidas propuestas fortalecen la resiliencia ambiental del área del proyecto frente a los efectos derivados del cambio climático, al disminuir la vulnerabilidad del suelo ante procesos erosivos y favorecer la estabilidad hidrológica del sitio, por lo que se consideran ambientalmente viables y compatibles con los escenarios climáticos actuales y futuros.

Tabla IV-37. Descripción de medidas ambientales ante el cambio climático para el Componente Aire.

Impacto ambiental asociado	Fuente del impacto	Fase de generación	Medidas aplicables	Carácter de las medidas
Modificación de la calidad del aire	Por incremento de PM por movimiento de suelo	Preparación de sitio Construcción	-Cubrimiento de materiales y suelo para su transporte -Riegos periódicos de terracerías.	Preventivas y de mitigación
	Por emisiones de gases de combustión de la maquinaria y equipo de	Preparación de sitio Construcción	-Diagnóstico inicial de unidades previo a su ingreso al proyecto -Revisión de las condiciones de los motores previa a su operación -Aplicación de un programa de mantenimiento preventivo periódico	Mitigación

VERSIÓN PÚBLICA

	combustión interna			

Viabilidad Ambiental Ante el Cambio Climático: Las medidas propuestas para atender el impacto ambiental identificado como "Modificación de la calidad del aire", asociado a la generación de partículas suspendidas por el tránsito de vehículos y movimientos de suelo, presentan una viabilidad ambiental eficaz frente a los escenarios actuales de cambio climático, considerando que éste incrementa la frecuencia de periodos secos, altas temperaturas y eventos de viento intenso, condiciones que pueden favorecer la dispersión de partículas suspendidas.

Las medidas propuestas para prevenir y mitigar el impacto, son técnicamente viables y eficaces para reducir las emisiones de partículas, permitiendo la compactación de polvo durante las etapas de generación del impacto (preparación de sitio y construcción). Por otra parte, el incremento de temperaturas ambientales y mayor frecuencia de emisiones de contaminantes por uso de maquinaria y equipo de combustión interna, pueden favorecer la acumulación temporal de contaminantes en el área del proyecto, sin embargo, el impacto se evaluó como temporal, puntual y de corta duración, acotándose a las etapas de preparación de sitio y construcción.

En conclusión, las medidas propuestas incrementan la resiliencia del área del proyecto frente a los efectos del cambio climático, al reducir la vulnerabilidad del aire ante la generación y dispersión de polvos, lo cual se considera ambientalmente viable y compatible con los escenarios de cambio climático actuales, pues con la aplicación de las medidas el impacto podrá ser reversible, de baja magnitud y sin efectos residuales a largo plazo. En cuanto a las medidas destinadas a la minimización de los gases de combustión, son técnica y operativamente viables, puesto que permiten mantener la emisión de gases dentro de niveles aceptables, incluso bajo condiciones climáticas extremas, puesto que, al iniciar la etapa operativa, se erradicará la fuente de generación de gases de combustión, lo que permite considerarlas compatibles con los escenarios de cambio climático actuales.

IV.12. Medidas de Prevención de Desastres, Reducción de Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático

Las acciones listadas a continuación corresponden a las medidas propuestas para prevenir afectaciones derivadas de fenómenos naturales, reducir la vulnerabilidad del proyecto y favorecer su adaptación ante los efectos del cambio climático, integrando criterios de diseño resiliente y aprovechamiento de soluciones constructivas flexibles.

IV.12.1. Medidas de prevención de desastres naturales

- **Ubicación y diseño resiliente:** La infraestructura fotovoltaica será instalada fuera de zonas susceptibles a inundaciones temporales y áreas con erosión eólica severa, respetando criterios topográficos y de

VERSIÓN PÚBLICA

estabilidad del terreno para prevenir daños asociados a lluvias extraordinarias, tormentas intensas o vientos fuertes.

- **Implementación de drenaje pluvial y control de escorrentías:** Se incorporarán obras de drenaje pluvial y control hidráulico superficial, tales como cunetas y vados, con el fin de evitar procesos erosivos, encharcamientos y arrastre de sedimentos durante eventos de precipitación extraordinaria.

- **Sistema de anclaje y resistencia estructural:** Los módulos fotovoltaicos y estructuras de soporte estarán diseñados para resistir velocidades de viento acordes con la normatividad aplicable y las condiciones climáticas regionales, minimizando riesgos por tormentas, tolvaneras o eventos extremos asociados al cambio climático.

IV.12.2. Medidas de reducción de la vulnerabilidad ambiental y estructural

- **Control de erosión y estabilización del suelo:** Se implementarán medidas de estabilización superficial, tales como permitir la revegetación debajo de las áreas de paneles solares y reducción de áreas totalmente desnudas y la reincorporación de suelo despalmado, disminuyendo la vulnerabilidad del suelo frente a procesos erosivos ocasionados por viento y lluvia.

- **Uso de caminos internos permeables:** Los caminos internos y áreas de circulación utilizarán materiales que favorezcan la infiltración y reduzcan la compactación excesiva del suelo, minimizando alteraciones hidrológicas y la generación de escurrimientos superficiales.

- **Minimización de movimientos de tierra**: El diseño del parque fotovoltaico buscará adaptarse a la topografía natural del sitio, reduciendo cortes, rellenos y nivelaciones extensivas, lo cual disminuye la alteración geomorfológica y la susceptibilidad a procesos de degradación del suelo.

IV.12.3. Medidas de adaptación al cambio climático

- **Conservación de servicios ecosistémicos:** La generación de una cobertura vegetal bajo la superficie de paneles solares, permitirá mantener superficies permeables que contribuirán a mantener procesos ecológicos relevantes, tales como estabilización del suelo, infiltración de agua, regulación microclimática y captura de carbono.

- **Gestión eficiente del agua:** El proyecto promoverá el uso eficiente del recurso hídrico mediante prácticas de bajo consumo para limpieza de paneles, aprovechamiento de agua pluvial cuando sea viable y estrategias de mantenimiento que reduzcan la demanda de agua.

- **Reducción indirecta de emisiones de gases de efecto invernadero:** La operación del parque fotovoltaico contribuirá a la generación de energía renovable y a la disminución de emisiones asociadas a

VERSIÓN PÚBLICA

fuentes convencionales de generación eléctrica, fortaleciendo la mitigación del cambio climático a escala regional y nacional.

IV.13. Descripción y Análisis de Escenarios Considerando las Medidas de Prevención, Mitigación, Compensación y Restauración.

La construcción de este escenario, se basa en la calidad ambiental que presentará la región Ecológica una vez establecido el proyecto, por el efecto que los impactos ambientales provocarán sobre los componentes ambientales, ahora integrando la ejecución de medidas de prevención, mitigación y compensación, que están dirigidas a reducir el efecto negativo de los impactos ambientales y en algunos casos prevenirlos y/o compensarlos.

Como ya se había mencionado, el efecto permanente del impacto de la pérdida de vegetación, es irreversible por los mecanismos del medio natural, por lo que su recuperación, aunque no a sus condiciones originales, dependerá de la implementación de medidas de mitigación y correctoras.

De tal forma que, para mitigar la pérdida de vegetación, previo a iniciar con el desmonte de vegetación, se realizará el rescate de las especies de flora que sean susceptibles, vulnerables y/o de importancia ecológica (determinadas a detalle en el Programa de Manejo de Flora), estos individuos se trasladarán a un sitio de resguardo temporal en el que se les darán los cuidados necesarios para evitar daños y mortalidad hasta el momento de su reubicación; con la cual se espera compensar la pérdida de cobertura vegetal mediante el trasplante de los individuos de flora en áreas libres del predio del proyecto, siempre que no dañen las instalaciones, o bien, en áreas adyacentes que tengan algún grado de perturbación, donde se espera el éxito de su establecimiento, a través del mantenimiento periódico a los organismos reubicados. Como resultado final, a partir de estas acciones se espera proteger a las especies de flora como una forma de preservación de la biodiversidad y servicios ambientales dentro del SAR.

Adicionalmente, en el área del proyecto se considera permitir el restablecimiento de una cobertura vegetal que no cause interferencias con el funcionamiento del parque solar, con lo que no solo se permitirá el establecimiento de la protección del suelo, sino la generación de hábitat para las pequeñas especies de anfibios y reptiles que cuenten con la capacidad de desplazarse entre las estructuras. Cabe señalar que, con la implementación de pasos de fauna en la malla perimetral, se permitirá el ingreso de mamíferos medianos del orden de los carnívoros y herbívoros como liebres y conejos con lo que se espera que las cadenas tróficas puedan completarse y que la fauna silvestre pueda encontrar un nuevo equilibrio poblacional en el área del proyecto.

Es importante señalar que la protección de la avifauna por la operación de la línea de transmisión se dará a través de la colocación de disuasores de vuelo y la colocación de estructuras anti electrocución, con lo que se espera que las aves puedan ver de manera oportuna los cables evitando los choques y que al perchar sobre los postes o torres de la línea, puedan evitar electrocutamiento, por lo que el área del proyecto (aun con la operación de una línea de transmisión) podría considerarse apta para el grupo de las aves, incluyendo las rapaces.

VERSIÓN PÚBLICA

.Con estas medidas se prevé que el impacto sobre la fauna y la modificación del hábitat sea minimizado, además de que el SAR también tiene presencia de vegetación, por lo que los individuos de fauna podrán desplazarse a sitios mejor conservados que los provean de alimentación o refugio, condiciones que ya no se tendrán en el AP o estarán limitadas.

Referente a los impactos ambientales que se generarán sobre el componente suelo, se plantea la ejecución de medidas tendientes a su recuperación y posterior reincorporación en las áreas de reubicación de flora. Además, para prevenir la modificación de su calidad, se realizará la separación, clasificación y disposición adecuada de los residuos generados en el proyecto (RSU, RME, RP y aguas residuales), se instalarán sanitarios portátiles, y contenedores con tapa y rotulados, con el fin de realizar una correcta separación delos diferentes tipos de residuos, colocándose los contenedores sobre una base impermeable en un almacén temporal, hasta su disposición final en sitios autorizados.

Paralelamente, por medio de la vigilancia y mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipo, se espera prevenir posibles fugas y goteos de combustibles por maquinaria o equipo; pero en caso de ocurrir un derrame accidental de hidrocarburos, se actuará de forma inmediata mediante un kit de atención a derrames de hidrocarburos con personal capacitado, para evitar la contaminación al suelo.

En el caso de las emisiones de ruido y gases de combustión producto de la operación de las unidades, se realizará el mantenimiento preventivo periódico de maquinaria y equipo de combustión interna, la prohibición de fuentes innecesarias de ruido, el humedecimiento de materiales y suelo, y el riego de terracerías, con la finalidad de minimizar la modificación de la calidad del aire y del confort sonoro.

En conclusión, el escenario de implementación del proyecto con la ejecución de medidas preventivas y de mitigación, podría generar un proceso de sucesión ecológica más efectivo en el que la composición podría ser un poco más similar a la que se presentaba antes del desarrollo del proyecto, además de permitir la protección de las especies de flora y fauna presentes, aun cuando estas no se encuentren en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, mientras que los componentes que habrían permanecido más vulnerables en el escenario anterior (suelo por la presencia de contaminantes y la avifauna por riesgos de colisión y electrocución) estarían protegidos por el establecimiento de protocolos de manejo de residuos y la colocación de estructuras anti choque y electrocución en la línea de transmisión eléctrica.

Cabe mencionar, que independientemente de la ejecución del proyecto y la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación, se espera un cambio ambiental en los próximos años debido principalmente a factores naturales, que no serán atribuibles al proyecto; sin embargo, su desarrollo considera, como ya ha sido expuesto, medidas de prevención y mitigación con el beneficio que conllevan para atender los impactos ambientales previstos a generar por su desarrollo.

VERSIÓN PÚBLICA

IV.14. Conclusión

En conclusión, con la ejecución de medidas preventivas y de mitigación la implementación del proyecto, se considera viable, toda vez que garantizará la protección de las especies de flora y fauna presentes, aun cuando estas no se encuentren en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, así mismo, el suelo se conservará y protegerá por el establecimiento de protocolos de manejo de residuos para que esté libre de contaminantes y la colocación de estructuras anti choque y electrocución en la línea de transmisión eléctrica para evitar riesgos de colisión y electrocución de la avifauna, además de mantener una supervisión continúa y monitoreo durante todas las etapas del proyecto

VERSIÓN PÚBLICA