

SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



AL PÚBLICO EN GENERAL

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.

DIRECCIÓN GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

CONTENIDO

I.	DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL -----	4
I.1.	Proyecto-----	4
I.1.1.	Nombre del proyecto-----	4
I.1.2.	Ubicación del proyecto -----	5
I.1.3.	Tiempo de vida útil del proyecto-----	9
I.1.4.	Presentación de la documentación legal-----	9
I.2.	Del promovente -----	10
I.2.1.	Nombre o razón social-----	10
I.2.2.	Registro Federal de Contribuyentes-----	10
I.2.3.	Nombre y cargo del Representante Legal -----	10
I.2.4.	Dirección del promovente o su representante legal para recibir u oír notificaciones 10	
I.3.	Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental-----	10
I.3.1.	Nombre o razón social de la Empresa Consultora-----	10
I.3.2.	Registro Federal de Contribuyentes-----	10
I.3.3.	Nombre del Responsable Técnico del estudio-----	11
I.3.4.	Dirección del Responsable Técnico del estudio-----	11



ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.1 Coordenadas métricas (UTM, Zona 13N, WGS 84) de la envolvente del Proyecto, con una superficie de 1,534.3477 ha. 5

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Ubicación geográfica regional y local del sitio del Proyecto, en el municipio de Viesca, estado de Coahuila de Zaragoza (UTM, Zona 13N, WGS 84). 7

Figura 1.2 Polígono envolvente delimitado con las coordenadas métricas (UTM, Zona 13N, WGS 84) para el Proyecto, en el municipio de Viesca, estado de Coahuila de Zaragoza..... 8

Figura 1.3 Principales vías de acceso al sitio del Proyecto, en el municipio de Viesca, estado de Coahuila de Zaragoza. 9



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.1. Plano topográfico con las coordenadas métricas y el correspondiente cuadro de construcción del Proyecto.

Anexo 1.2. Copia Simple del Acta de la constitución de la Sociedad Denominada Villanueva Solar SA de CV.

Anexo 1.3. Registro Federal de Contribuyentes (RFC) de la Promovente.

Anexo 1.4. Identificación del Representante Legal.

Anexo 1.5. Otorgamiento de poder al representante legal.



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

I.1. Proyecto

I.1.1. Nombre del proyecto

El Proyecto denominado "**Villanueva Solar**" (en seguida referido como "**el Proyecto**"), con pretendida ubicación en el Municipio de Viesca, estado de Coahuila de Zaragoza, consiste en la construcción, operación y mantenimiento de un Parque Solar Fotovoltaico que transformará la energía procedente de la radiación solar a energía eléctrica, al incidir sobre una serie de módulos o paneles solares instalados sobre estructuras fijas en el terreno, a este conjunto de módulos se le denomina generadores o paneles fotovoltaicos. De ahí la corriente continua producida en el generador fotovoltaico se convierte en corriente alterna mediante inversores. El Proyecto comprende la instalación de aproximadamente 14,830 estructuras fotovoltaicas, 1,334,640 módulos y 30 módulos por string, para una potencia nominal de 427.08 MWp.

La energía solar fotovoltaica representa una de las fuentes de energía limpia más utilizadas a nivel global. Produce electricidad de origen renovable y sin emisiones, que se obtiene de la radiación solar. La creciente demanda de energías renovables, que permiten evitar la emisión de CO₂ y otros gases de efecto invernadero, ha dado gran impulso a la instalación de plantas solares fotovoltaicas en todo el mundo.

México es uno de los países más privilegiados a nivel mundial por el hecho de contar con irradiación solar adecuada para el aprovechamiento de energía solar durante el año, sin embargo, este tipo de energía no es aprovechada aun de manera significativa en el país. Es por ello que la implementación del Proyecto cumple cabalmente con el objetivo planteado de disminuir la emisión gases de efecto invernadero responder a su vez a la demanda de energía eléctrica.



I.1.2. Ubicación del proyecto

El sitio donde se pretende llevar a cabo la instalación y operación del Proyecto, se encuentra ubicado en áreas de uso común del Ejido San Juan de Villanueva, en el municipio de Viesca, estado de Coahuila de Zaragoza, México. Por su ubicación geográfica, el municipio de Viesca se encuentra en el paralelo 25°20' de latitud norte y 102°48' de longitud oeste respecto al meridiano de Greenwich; a una altitud promedio de 1,100 m s.n.m. Colinda al norte con los municipios de Matamoros y de San Pedro, al este con el municipio de Parras, al oeste con el municipio de Torreón, todos del estado de Coahuila de Zaragoza; mientras que al sur con el estado de Zacatecas.

En la **Figura 1.1**, se presenta el mapa de ubicación del sitio del Proyecto, cuya superficie total es de **1,534.3477 ha (15,343,476.6347 m²)**. El polígono envolvente se delimita con las coordenadas métricas (UTM), que se presentan en el **Cuadro 1.1** y la **Figura 1.2**. En el **Anexo 1.1** se presenta el plano topográfico con las coordenadas métricas y el correspondiente cuadro de construcción del Proyecto.

Cuadro 1.1 Coordenadas métricas (UTM, Zona 13N, WGS 84) de la envolvente del Proyecto, con una superficie de 1,534.3477 ha.

ID	X	Y
1	696511.13949	2834027.54397
2	696511.13949	2833811.88720
3	696556.63948	2833811.88720
4	696556.63948	2833421.07677
5	696511.13949	2833421.07677
6	696511.13949	2828238.05662
7	696534.64969	2828238.72762
8	696534.64969	2827396.65226
9	696474.63950	2827365.84517
10	696355.56162	2827304.71488
11	696287.45793	2827909.30518
12	695916.30979	2827902.25008
13	695916.30979	2827305.04368
14	696015.21377	2827132.02370
15	695945.76718	2827092.31011
16	695836.30980	2827283.71678
17	695836.30980	2827905.77758



ID	X	Y
18	694702.01229	2827884.02578
19	694687.59809	2827915.03038
20	694685.99999	2827914.99998
21	694550.00001	2828211.00003
22	693910.66322	2828345.37790
23	693910.66322	2833012.28594
24	694363.63334	2833470.62026
25	694364.29874	2833470.97586
26	694877.05836	2833989.44848

El acceso al sitio del Proyecto, partiendo de la capital del estado, la ciudad de Saltillo, es a través de la carretera federal N° 40 Torreón-Saltillo (ver **Figura 1.3**). Desde la ciudad de Torreón por la misma carretera federal N° 40 Torreón-Saltillo, hacia Saltillo, se encuentra a una distancia aproximada de 37 km.

De acuerdo a la cartografía de unidades climáticas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)¹ que corresponde a la clasificación de climas de Köppen (1936), modificado por García 1964 para la República Mexicana, el predio se ubica en una región de clima muy árido, con déficit de humedad todo el año (**BWhw**), su principal característica es que la evapotranspiración excede a la precipitación. Este clima cálido registra una temperatura media anual entre 18 y 22°C, mantiene una temperatura media mensual de 18°C o superior, a lo largo de casi todo el año, salvo los meses de invierno en los cuales promedia entre 10 y 16°C. Es considerado como seco debido a su precipitación errática y escasa, concentrada en el verano y principios del otoño hacia los meses de junio a octubre, con presencia frecuente de periodos de sequía interestival.

¹ INEGI, 2008. Conjunto de datos vectoriales. Escala 1:1 000 000. Unidades climáticas.



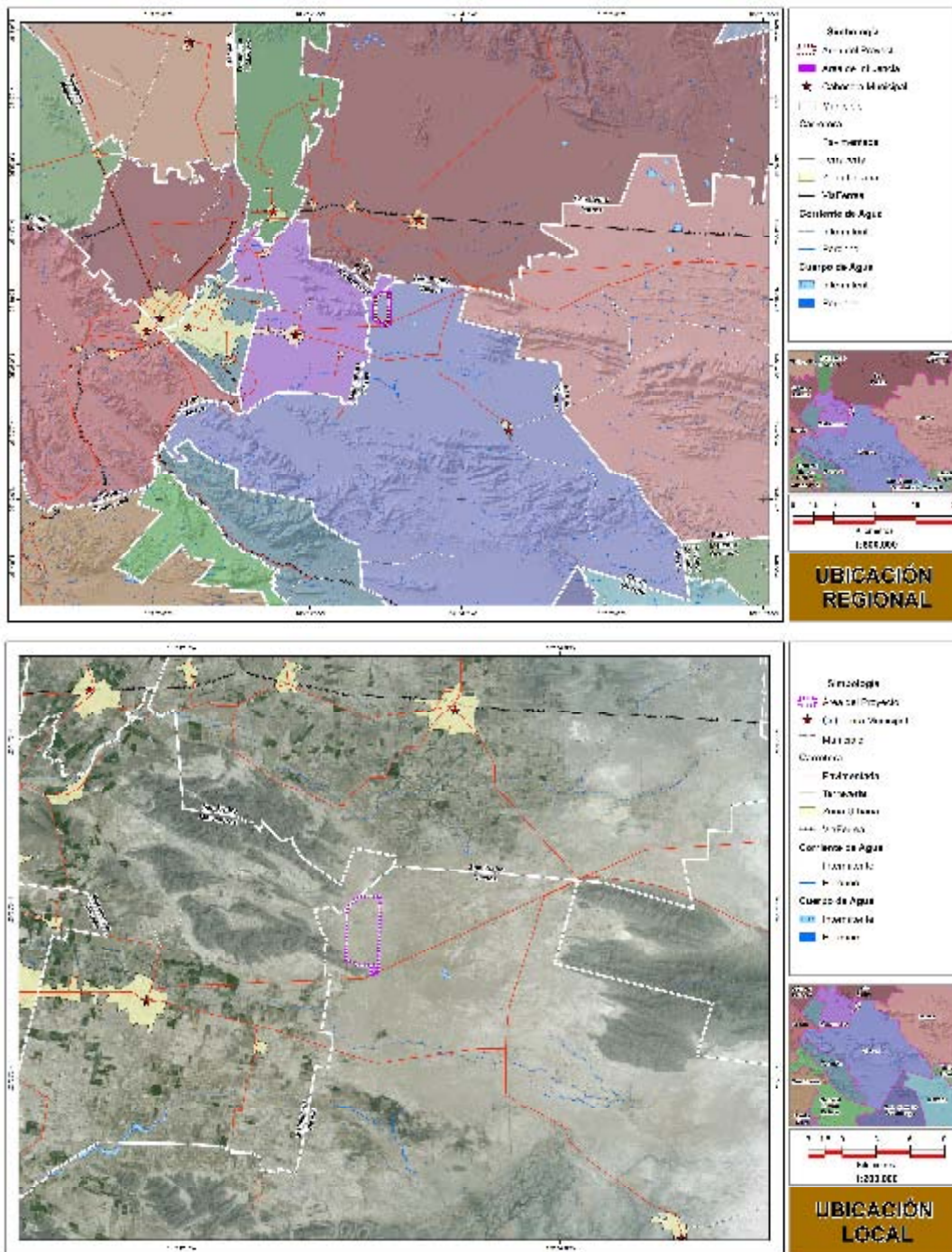


Figura 1.1 Ubicación geográfica regional y local del sitio del Proyecto, en el municipio de Viesca, estado de Coahuila de Zaragoza (UTM, Zona 13N, WGS 84).

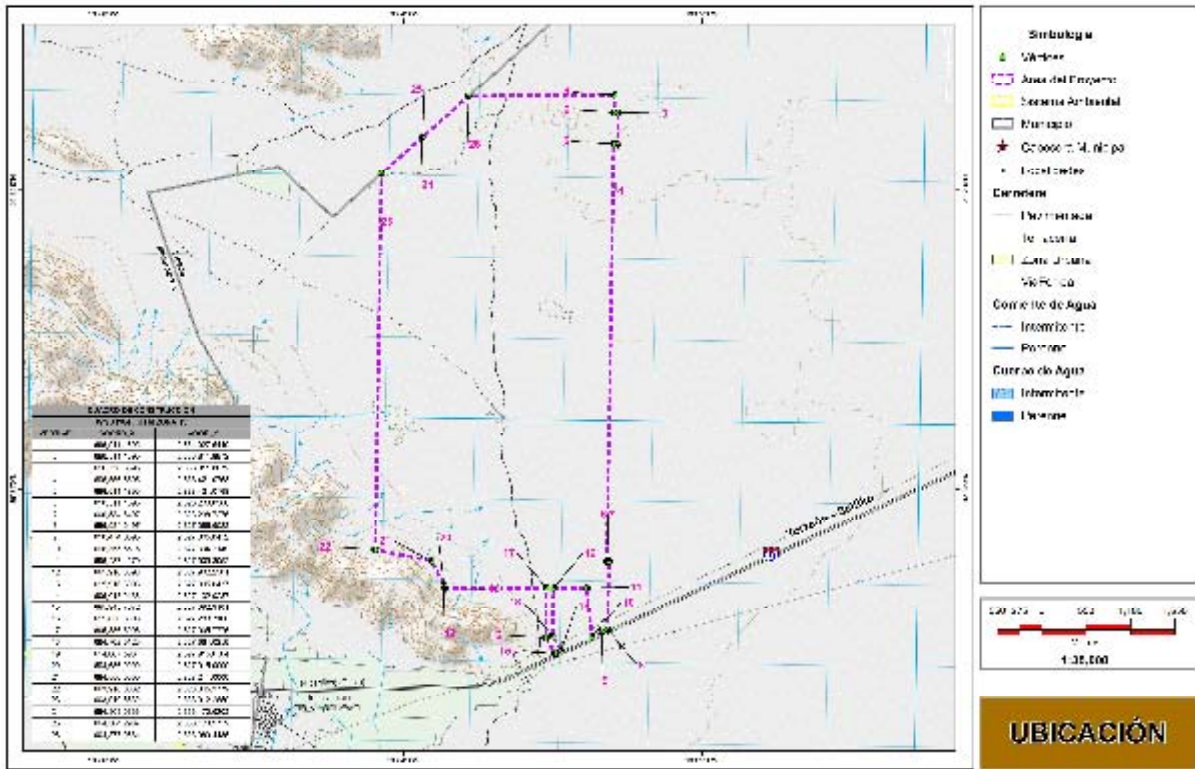


Figura 1.2 Polígono envolvente delimitado con las coordenadas métricas (UTM, Zona 13N, WGS 84) para el Proyecto, en el municipio de Viesca, estado de Coahuila de Zaragoza.

Morfológicamente hablando la composición del área del sitio del Proyecto, es simple. Se compone de una llanura de piso salino sódico de origen lacustre, aluvial y eólico, por su ubicación puede considerarse como la parte alta de lo que fue la Laguna de Mayrán (hoy desierto de Mayrán), delimitada al norte por las Sierras de Pala Almitos y Las Delicias, al sur por la Sierra de Parras, Salsipuedes y San Lorenzo. Al sur de la microcuenca se extiende la zona de dunas de Viesca, planicie que continúa hacia el sureste en lo que se denomina Desierto de Viesca.



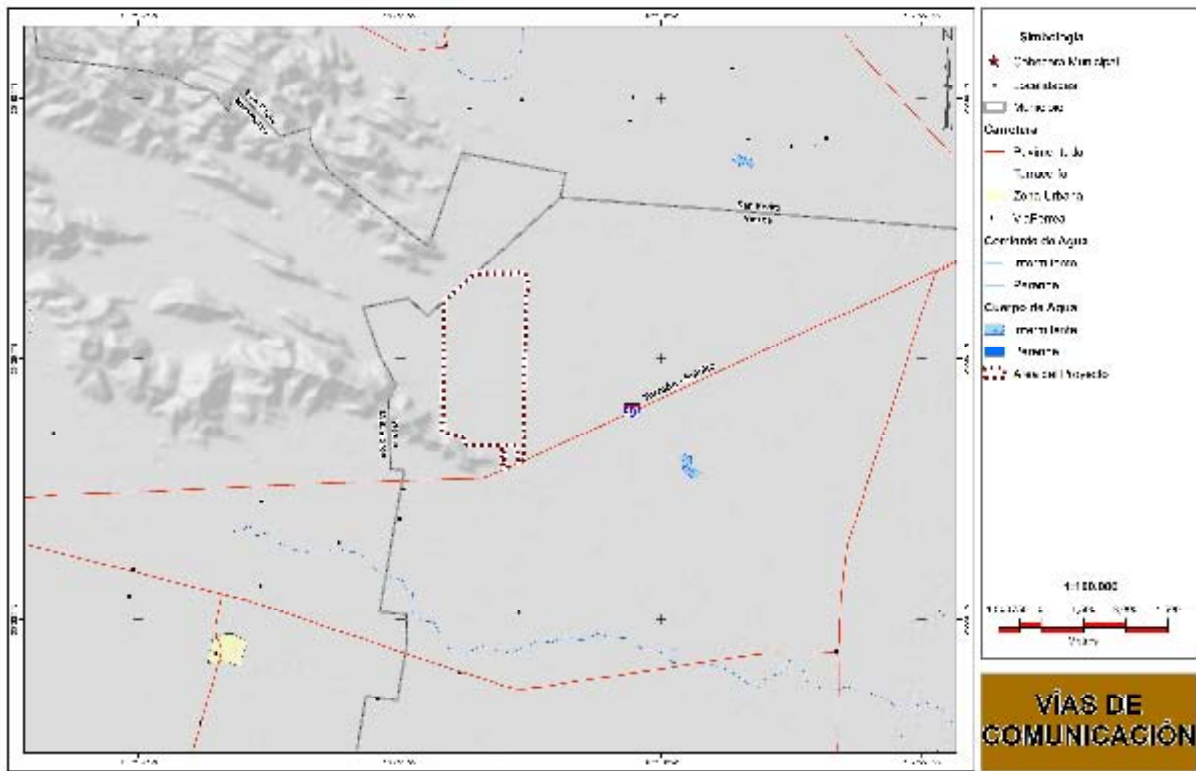


Figura 1.3 Principales vías de acceso al sitio del Proyecto, en el municipio de Viesca, estado de Coahuila de Zaragoza.

I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto

El tiempo de vida útil del Proyecto se contempla por un período de 31 años, incluyendo el tiempo necesario para la preparación del sitio, la construcción, operación y mantenimiento, y el abandono del sitio, de los cuales, 28 años corresponden al período de operación del Proyecto.

I.1.4. Presentación de la documentación legal

El predio en el que se ubicará el Proyecto, es en áreas de uso común del Ejido San Juan de Villanueva, en el municipio de Viesca, estado de Coahuila de Zaragoza, México, ha sido convenido para uso y usufructo por parte de la empresa Promoviente **Villanueva Solar**

S.A. de C.V., según lo establece el Contrato de Usufructo de Tierras Ejidales y Convenio Modificatorio al contrato de usufructo de tierras ejidales entre las partes.

I.2. Del promovente

I.2.1.Nombre o razón social

El nombre de la Promovente es **Villanueva Solar S.A. de C.V.** En el **Anexo 1.2** se presenta copia del Acta Constitutiva de dicha Sociedad.

I.2.2.Registro Federal de Contribuyentes

Información Confidencial de la Empresa.

I.2.3.Nombre y cargo del Representante Legal

Información Confidencial de la Empresa

I.2.4.Dirección del promovente o su representante legal para recibir u oír notificaciones

Información Confidencial de la Empresa

I.3. Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental

I.3.1.Nombre o razón social de la Empresa Consultora

El nombre de la empresa consultora es **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**.

I.3.2.Registro Federal de Contribuyentes

[Redacted content]



I.3.3.Nombre del Responsable Técnico del estudio

[Redacted text block]

I.3.4.Dirección del Responsable Técnico del estudio

[Redacted text block]



CONTENIDO

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO -----	5
II.1. Información general del Proyecto -----	5
II.1.1. Naturaleza del Proyecto -----	5
II.1.2. Descripción del Proyecto -----	9
II.1.2.1. Camino de acceso -----	10
II.1.2.2. Caseta de vigilancia -----	11
II.1.2.3. Planta solar fotovoltaica -----	11
II.1.2.4. Generadores fotovoltaicos -----	12
II.1.2.5. Estructuras de soporte -----	14
II.1.2.6. Sistema de baja tensión -----	15
II.1.2.7. Sistema de media tensión -----	17
II.1.2.8. Red de baja y media tensión subterránea -----	18
II.1.2.9. Sistema de puesta a tierra -----	20
II.1.2.10. Sistema de control, protección y comunicación -----	20
II.1.2.11. Subestación eléctrica -----	21
II.1.2.12. Edificio técnico-administrativo -----	22
II.1.2.13. Áreas de maniobra de maquinaria y Equipo -----	23
II.1.2.14. Áreas de cuarentena y reubicación de vegetación rescatada -----	27
II.1.3. Selección del Sitio -----	28
II.1.4. Ubicación física del Proyecto y planos de localización -----	31
II.1.5. Inversión requerida -----	34
II.1.6. Dimensiones del Proyecto -----	35
II.1.6.1. Superficie total requerida -----	35
II.1.6.2. Superficie para obras permanentes -----	35
II.1.6.3. Superficie para obras temporales -----	37
II.1.6.4. Superficie a afectar con respecto a la cobertura vegetal del sitio del Proyecto	38
II.1.7. Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del Proyecto y sus colindancias -----	40



II.1.7.1.	Urbanización del área y descripción de servicios requeridos	40
II.1.7.2.	Vías de acceso	41
II.1.7.3.	Agua	41
II.1.7.4.	Energía eléctrica	41
II.1.7.5.	Combustible	41
II.1.7.6.	Drenaje	42
II.1.7.7.	Telefonía	42
II.2.	Características particulares del Proyecto	43
II.2.1.	Programa general de trabajo	43
II.2.2.	Preparación del sitio	46
II.2.3.	Construcción	48
II.2.4.	Operación y mantenimiento	53
II.2.5.	Abandono del sitio	59
II.2.6.	Generación, manejo y disposición de residuos sólidos líquidos y emisiones a la atmósfera	60
II.2.7.	Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos.	62
II.2.8.	Otras fuentes de daños	64



ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1	Coordenadas métricas (UTM, Zona 13N, WGS 84) del polígono del Proyecto, con una superficie de 1,534.3477 ha. -----	32
Cuadro 2.2	Presupuesto para la instalación de los paneles fotovoltaicos del Proyecto. -----	34
Cuadro 2.3	Balance de planta del Proyecto.-----	34
Cuadro 2.4	Superficie para obras permanentes y temporales involucradas en el desarrollo del Proyecto Villanueva Solar -----	36
Cuadro 2.5	Superficies a afectar respecto a la cobertura vegetal del sitio del Proyecto.-----	39
Cuadro 2.6	Cronograma de actividades involucradas en cada etapa de desarrollo del Proyecto---	44
Cuadro 2.7	Principales materias primas y materiales utilizados para la construcción de las instalaciones del Proyecto.-----	49
Cuadro 2.8	Tipo de mano de obra necesaria para el desarrollo del Proyecto.-----	52
Cuadro 2.9	Maquinaria y vehículos que serán necesarios para el desarrollo del Proyecto durante la etapa de construcción. -----	52
Cuadro 2.10	Relación de residuos que podrían ser generados por etapas del Proyecto-----	62



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Ubicación geográfica del Proyecto "Villanueva Solar" (UTM, Zona 13N, WGS 84), a ubicarse en el municipio de Viesca, estado de Coahuila de Zaragoza.-----	6
Figura 2.2	Distribución de obras dentro del polígono propuesto para el Proyecto Villanueva Solar.	8
Figura 2.3	Imagen de un panel solar típico (Cell = celda; Module = Módulo de Celdas; Array = arreglo o panel). -----	13
Figura 2.4	Estructura de soporte móvil típica de los módulos fotovoltaicos que se utilizarán para el Proyecto. -----	15
Figura 2.5	Alternativas de cimentación de las estructuras de soporte de los módulos fotovoltaicos: hincado, <i>pre-drilling</i> y tornillo, respectivamente.-----	15
Figura 2.6	Caja de combinación típica. -----	16
Figura 2.7	Módulos fotovoltaicos conectados en serie y en paralelo (Fuente: www.mpptsolar.com). 17	
Figura 2.8	Cabina de inversor típico. -----	18
Figura 2.9	Sección tipo de zanja de la red de baja tensión subterránea. -----	19
Figura 2.10	Sección tipo de la zanja de la red de media tensión subterránea.-----	20
Figura 2.11	Perfil tipo de las áreas de maniobra de maquinaria y equipo del Proyecto. -----	25
Figura 2.12	Perfil típico de cruce. -----	26
Figura 2.13	Sección típica de cruce. -----	26
Figura 2.14	Plano típico de cruce. -----	27
Figura 2.15	Ejemplo de estructura tipo vivero que será construida dentro del Área de Cuarentena y Reubicación de Vegetación rescatada, para el mantenimiento previo trasplante. -----	28
Figura 2.16	Ubicación y coordenadas métricas (UTM, Zona 13N, WGS 84) de los vértices que delimitan el polígono del Proyecto Villanueva Solar. -----	33
Figura 2.17	Vías de comunicación para llegar al sitio del Proyecto (UTM, Zona 13N, WGS 84). ---	33
Figura 2.18	Tipos de vegetación presentes en el sitio donde se pretende ubicar el Proyecto. -----	40
Figura 2.19	Sistema semiautomático de limpieza de los módulos fotovoltaicos. -----	58

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 2.1 Coordenadas de los Cuadros de las Obras



II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. Información general del Proyecto

II.1.1. Naturaleza del Proyecto

El Proyecto "Villanueva Solar" (enseguida referido como "el Proyecto") presentado por Villanueva Solar S.A. de C.V. (enseguida referida como "la Promovente"), se pretende desarrollar en las áreas de uso común del Ejido San Juan de Villanueva, en el municipio de Viesca, estado de Coahuila de Zaragoza, México. El Proyecto consiste en la construcción, operación y mantenimiento de un Parque Solar Fotovoltaico (en adelante también referida como la "planta solar fotovoltaica") que transformará la energía procedente de la radiación solar a energía eléctrica, al incidir sobre una serie de módulos o paneles solares instalados sobre estructuras móviles de metal (llamadas "trackers") en el terreno, a este conjunto de módulos se le denomina generadores o paneles fotovoltaicos. De ahí, la corriente continua producida en el generador fotovoltaico se convierte en corriente alterna mediante inversores. El Proyecto comprende la instalación de aproximadamente 14,830 estructuras fotovoltaicas, 1,334,640 módulos y 30 módulos por string, para una potencia nominal de 427.08 MWp.

Desde el punto de vista eléctrico, la planta solar fotovoltaica se compone de 83 centros eléctricos o unidades de conversión, conectadas entre sí. Estas unidades de conversión constan de: módulos, strings, cajas de combinación (también llamadas "string-boxes"), inversores, transformadores MT/BT cabina de seccionamiento.

El área total del Proyecto involucrada en la presente solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, corresponde a un polígono con una superficie total de **1,534.3477 ha (15,343,476.6347 m²)**, donde se realizará el desarrollo del Proyecto, el cual incluye la preparación del sitio, la construcción, instalación y operación de las obras y actividades que se describen en el presente capítulo. En la **Figura 2.1** se presenta la ubicación geográfica del polígono que representa el sitio del Proyecto.



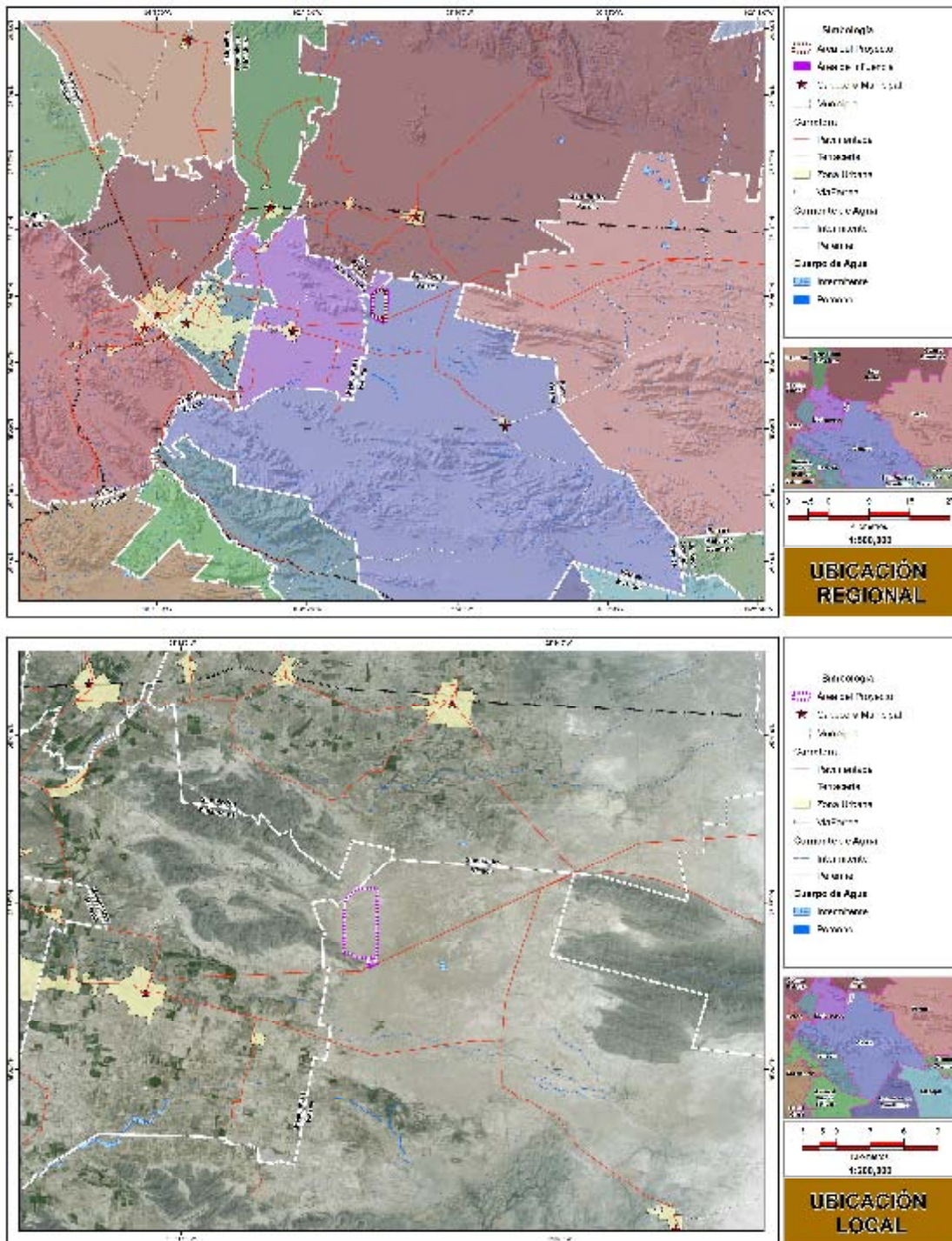


Figura 2.1 Ubicación geográfica del Proyecto "Villanueva Solar" (UTM, Zona 13N, WGS 84), a ubicarse en el municipio de Viesca, estado de Coahuila de Zaragoza.



El predio donde pretende desarrollarse el Proyecto está cubierto en su mayoría con vegetación forestal, del tipo Vegetación de desiertos arenosos con matorral inerme, sin embargo, en una superficie menor de 50 ha se tienen cultivos de melones y sandía.

Las obras consideradas para el desarrollo del Proyecto, se numeran a continuación, asimismo, en la **Figura 2.2** y en el plano del **Anexo 2.1**, se presenta la distribución de las mismas dentro del polígono del Proyecto.

- i. Caseta de vigilancia.
- ii. Planta Solar Fotovoltaica que incluye:
 - a. Generadores fotovoltaicos;
 - b. Estructuras de soporte;
 - c. Cajas de combinación (también conocidas como "String Boxes");
 - d. Unidades de conversión;
 - e. Cabinas de entrega;
 - f. Red de baja y media tensión subterránea;
 - g. Sistema de control, protección y comunicación.
- iii. Subestación eléctrica y edificio técnico-administrativo, el cual incluye:
 - a. Sala de control y oficinas de operación;
 - b. Sala de servicios auxiliares;
 - c. Sala de celdas;
 - d. Sala de medición;
 - e. Sanitarios y vestidores;
 - f. Cocina y comedor;
 - g. Sala de juntas;
 - h. Planta de emergencia;
 - i. Almacén de refacciones;
 - j. Almacén temporal de residuos peligrosos;
 - k. Almacén temporal de residuos no peligrosos; y
 - l. Almacén de materiales peligrosos.
- iv. Camino principal de acceso y caminos temporales de acceso (secundarios).
- v. Áreas de maniobras de maquinaria y equipos.



- vi. Área de cuarentena y reubicación de vegetación rescatada.
- vii. Área para el campamento temporal de obra.
- viii. Área de almacenamiento de equipo y maquinaria.
- ix. Área de almacenamiento temporal de material de desmonte y despalme.
- x. Tendido de cable en un circuito de la línea de transmisión aérea en alta tensión al punto de interconexión.

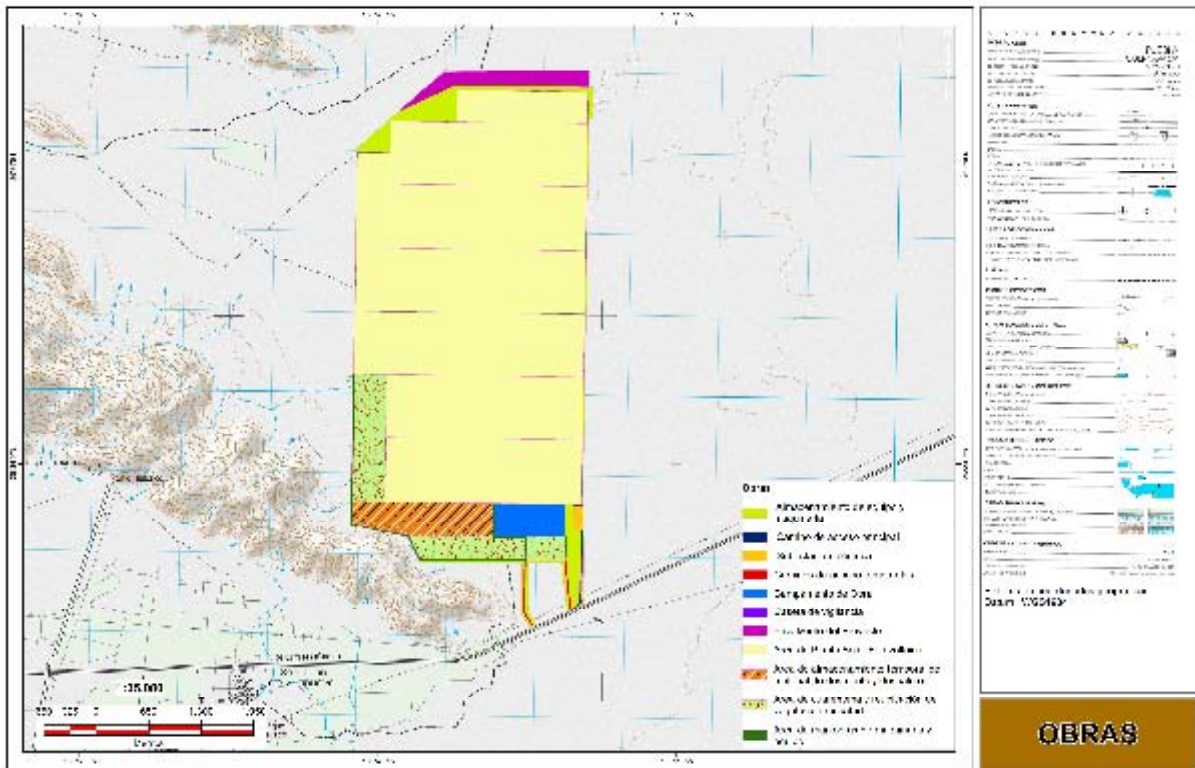


Figura 2.2 Distribución de obras dentro del polígono propuesto para el Proyecto Villanueva Solar.

En cumplimiento con los artículos 28 y 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la Promovente presenta la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular (MIA-P) del proyecto denominado **Proyecto Villanueva Solar**, con el propósito de cumplir con la legislación ambiental aplicable e identificar los impactos que se presentan durante el desarrollo de esta actividad, y para establecer las



medidas de prevención, mitigación y compensación necesarias para el desarrollo sustentable del Proyecto.

II.1.2. Descripción del Proyecto

El Proyecto tiene como principal objetivo la construcción, operación y mantenimiento de una Planta Solar Fotovoltaica que consistirá en la transformación de la energía procedente de la radiación solar a energía eléctrica, al incidir sobre una serie de módulos o paneles solares instalados sobre estructuras móviles de metal en el terreno, a este conjunto de módulos se le denomina generadores o paneles fotovoltaicos. De ahí la corriente continua producida en el generador fotovoltaico se convierte en corriente alterna mediante inversores. En total, el Proyecto comprende la instalación de 14,830 estructuras fotovoltaicas, 1,334,640 módulos y 30 módulos por string, para una potencia nominal de 427.08 MWp.

El proyecto generará hasta 998.87 GWh/año que serán inyectados al Sistema Eléctrico Nacional (SEN) de México.

Para el desarrollo del Proyecto será necesario el mínimo acondicionamiento topográfico del terreno (nivelación), así como también se requiere de pequeñas bases de cimentación para la Planta Solar Fotovoltaica e instalaciones de obra civil como caseta de vigilancia, subestación eléctrica, edificio técnico-administrativo y cerca perimetral.

Se colocará una cerca perimetral la cual constará de una base de hormigón armado con una red electrosoldada tipo Keller de diámetro 5 con una malla de acero galvanizado en caliente utilizada en paneles modulares conforme a la UNI EN ISO 1461.

Además, se instalará un sistema de seguridad perimetral en el Proyecto, el cual consiste en un sistema de detección perimetral mediante fibra óptica con luz láser adosado al vallado en toda su longitud y con las cajas de control necesarias que albergarán los analizadores responsables de detectar los distintos eventos (rotura del cable de fibra óptica, vibraciones, golpes etc.) e informarán a una central de alarmas.

Asimismo, se instalarán en las cabinas de inversores, cámaras de video vigilancia, que permitirán el barrido de toda la superficie ocupada por el Proyecto.



Las siguientes secciones presentan una descripción de cada uno de los principales componentes del Proyecto.

II.1.2.1. Camino de acceso

Se construirá un camino de terracería de aproximadamente 600 m de longitud y un ancho de derecho de vía de 20 m para el acceso al sitio del Proyecto, el cual se ubicará en la parte sur del polígono, a partir de su entronque con la Carretera No. 40 Saltillo-Matamoros-Torreón. El ancho de corona será de aproximadamente 7 a 8 m y permitirá el tránsito en ambos sentidos. El entronque entre el camino de acceso y la Carretera No. 40 Saltillo-Matamoros se diseñará y conformará bajo la tipología indicada por la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT).

Previamente a la construcción del camino principal de acceso, se construirán dos caminos temporales de acceso, también en terracería de una distancia aproximada de 800m, y de un ancho de corona de 6 a 8 m, que permitirán el acceso de vehículos en ambos sentidos durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

Para los caminos de acceso al Proyecto, posterior a la compactación y nivelación, se propone una sección con terminación en rodadura estabilizada con una dotación de un material que suprima la emisión de polvo y que además retenga la humedad de la base formando una carpeta resistente al rodado de vehículos y maquinaria pesada.

En caso de que las zonas en donde se ubicarán los caminos de acceso al Proyecto y cuyo terreno natural subyacente sea terracería, se regularizará sólo la superficie para darle continuidad y regularidad.

El material procedente de la conformación de los caminos de acceso se mantendrá a modo de pretil en los laterales de la explanada actuando como barrera de seguridad y elemento direccionador, favoreciendo que los vehículos respeten el camino asignado y no se generen caminos alternativos.



II.1.2.2. Caseta de vigilancia

Se construirá una caseta de vigilancia a la entrada del polígono del Proyecto, a un costado de la parte norte de la Subestación Eléctrica, la cual funcionará como sitio de registro y filtro de seguridad para las personas que ingresen al Proyecto y para restringir el paso a personas no autorizadas.

Durante la preparación del sitio y construcción también se instalarán casetas de vigilancia temporales las cuales estarán ubicadas en donde terminan los caminos de acceso temporales y comienza el área de campamento temporal de obra y área de cuarentena y reubicación de vegetación rescatada. Estas casetas de vigilancia temporales fungirán como filtro de seguridad y sitio de registro para el ingreso de personal laborando en el Proyecto y entrega de maquinaria, equipo y materiales que se utilizarán para el desarrollo del Proyecto.

II.1.2.3. Planta solar fotovoltaica

La Planta Solar Fotovoltaica estará constituida por los siguientes equipos:

Equipos Baja Tensión

- Módulos fotovoltaicos
- Estructuras de soporte de los módulos fotovoltaicos
- Cajas de combinación
- Cableado

Equipos Media Tensión

- Cuadros de media tensión, ubicados en las cabinas de las unidades de conversión
- Transformadores, ubicados en las cabinas de las unidades de conversión
- Cables en media tensión, en salida del compartimiento respectivo, alojados en la base de la cabina y luego canalizados a través de la bancada

Las siguientes secciones presentan una descripción de cada uno de los equipos mencionados.



II.1.2.4. Generadores fotovoltaicos

Se denomina generador fotovoltaico al conjunto de módulos fotovoltaicos o paneles solares encargados de transformar, sin ningún paso intermedio, la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica de corriente continua de baja tensión (**Figura 2.3**). Los módulos fotovoltaicos están constituidos por células fotovoltaicas cuadradas de silicio policristalino de alta eficiencia de potencial nominal de 320 Wp, capaces de producir energía con bajos índices de radiación solar. Esto asegura una producción que se extiende desde el amanecer hasta el atardecer, aprovechando toda la potencia útil posible que es suministrada por el sol. Dichos módulos disponen de las acreditaciones de calidad y seguridad exigidas por la Comisión Internacional Electrotécnica. Las conexiones redundantes múltiples en la parte delantera y trasera de cada célula, ayudan a asegurar la fiabilidad del circuito del módulo.

Gracias a su construcción con marcos laterales de aluminio anodizado cuya función es proporcionarle cierta rigidez mecánica y el frente de vidrio normalmente templado, de conformidad con estrictas normas de calidad, estos módulos soportan las inclemencias climáticas más duras, funcionando eficazmente sin interrupción durante su larga vida útil.

Las células de alta eficiencia están totalmente encapsuladas en un material de etileno acetato de vinilo (EVA) para protegerlas contra la suciedad, humedad y golpes por un frente especial de vidrio templado de alta transmisividad y antirreflector y varias capas de película TEDLAR en su parte posterior, asegurando de esta forma su total aislamiento eléctrico y sello contra humedad.



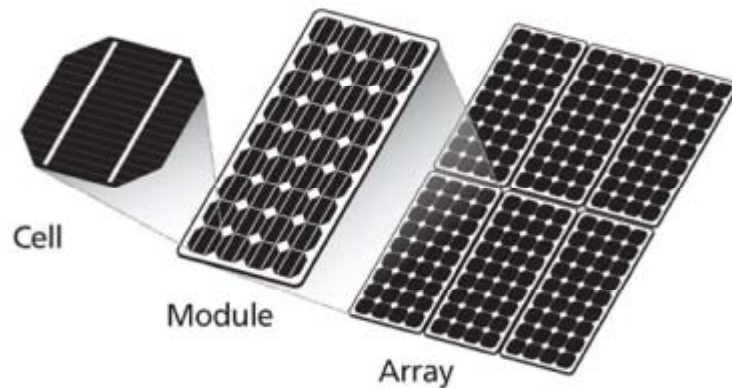


Figura 2.3 Imagen de un panel solar típico (Cell = celda; Module = Módulo de Celdas; Array = arreglo o panel).

Los módulos fotovoltaicos que se instalarán en el sitio del Proyecto son del tipo policristalino, de un modelo y marca existente en el mercado, los cuales se fabrican a partir de un sólo bloque de cristales. Se ha elegido esta tecnología debido a que este tipo de módulos ofrecen mayor eficiencia de conversión que los monocristalinos.

Para el Proyecto, cada módulo tendrá una potencia de 320 Wp +/- 3%, por lo que se instalarán un total de hasta 1,334,640 módulos.

El módulo fotovoltaico de tipo policristalino está caracterizado por las curvas de rendimiento, las cuales en función de la intensidad y la tensión de los mismos, se identifica el punto de máxima potencia, según las condiciones estándares de funcionamiento, 1,000 W/m² y 25 °C. La temperatura de operación de los módulos fotovoltaicos oscila entre -45°C y 85°C.

El Proyecto contará con elementos de protección, tales como el interruptor automático de la interconexión o interruptor general que permite separar la instalación fotovoltaica de la red de distribución..

Los módulos estarán conectados en serie, de tal manera que se mantenga constante la corriente y al mismo tiempo se supere la tensión máxima del sistema (VDC) igual a 1,500 V; dividiendo la tensión máxima por el valor de la tensión en vacío (Voc), se obtiene el número máximo de módulos a conectar en serie.



Manteniendo este límite, cada String estará constituida por hasta 30 módulos y cada estructura soportará 3 Strings. La conexión de la string principal, a la String-box se realizará a través de un cable solar tipo FG21M21, que es un conductor flexible de cobre, de sección transversal de 6 mm² resistente a los rayos ultravioleta.

II.1.2.5. Estructuras de soporte

Los módulos fotovoltaicos se montarán sobre estructuras móviles metálicas conocidas como "seguidores" o "trackers" que constituyen el soporte de los mismos. Las estructuras móviles son del tipo monoaxial verticales con seguimiento y de ángulo de inclinación igual a $\pm 60^\circ$, determinado por la latitud del emplazamiento y orientación sur para el montaje de los módulos en el hemisferio norte (con esta orientación se garantiza la máxima producción a lo largo del año) y se fijarán al terreno mediante cimentaciones "in situ", ya sea por medio de pilotes hincados en el terreno, *pre-drilling* o tornillos (**Figuras 2.4 y 2.5**), según el estudio geotécnico que se realice.

El conjunto estructura metálica y fijadores al terreno, deberán ser capaces de soportar los esfuerzos de los propios equipos (módulos y cajas de conexión), sometidas a los esfuerzos aplicando la normativa vigente. El modelo de fijación garantizará las dilataciones térmicas necesarias, sin transmitir cargas que puedan afectar la integridad de los módulos.



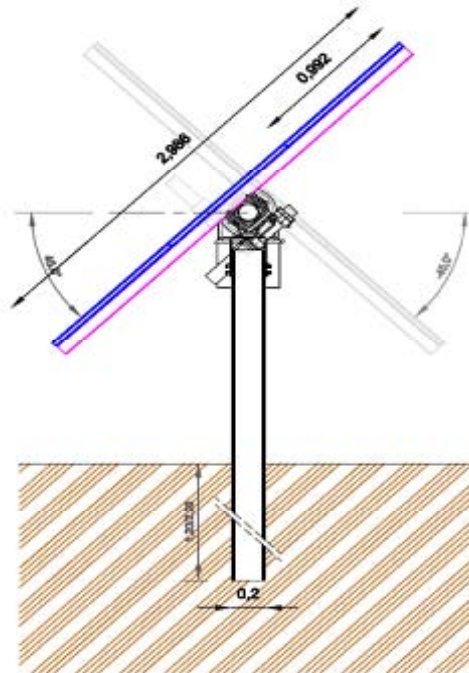


Figura 2.4 Estructura de soporte móvil típica de los módulos fotovoltaicos que se utilizarán para el Proyecto.

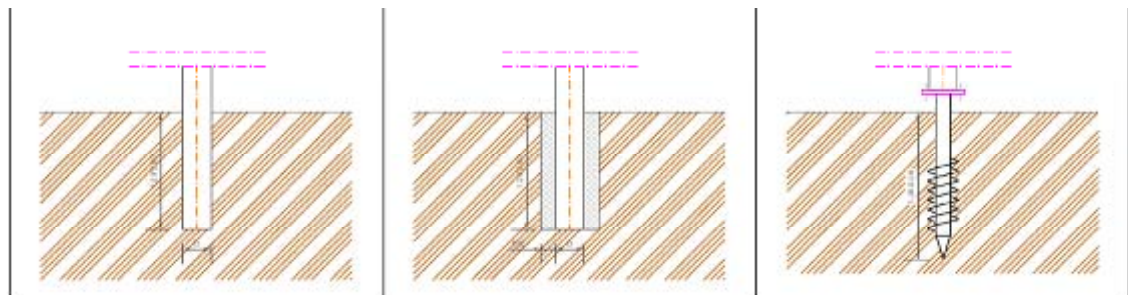


Figura 2.5 Alternativas de cimentación de las estructuras de soporte de los módulos fotovoltaicos: hincado, *pre-drilling* y tornillo, respectivamente.

II.1.2.6. Sistema de baja tensión

El sistema de baja tensión estará constituido por las cajas de combinación (ver **Figura 2.6**) y los strings obtenidos de la conexión en serie de los módulos fotovoltaicos. Estas series se conectan en una caja de conexionado de 24 ingresos. La configuración eléctrica del Proyecto prevé una conexión máxima de 24 strings por cada polaridad.





Figura 2.6 Caja de combinación típica.

El cálculo del número de módulos que se conectan en serie, está determinado por el rango de tensiones de operación en máxima potencia del inversor (V_{mp}), por lo tanto, al conectar en serie los módulos, se irán sumando las tensiones de los mismos hasta entrar en los rangos adecuados (**Figura 2.7**). También se tiene que aplicar los factores de corrección por temperatura. Cada string estará formada por 30 módulos conectados en serie.

Las cajas de combinación de series dispondrán de:

- Fusibles protegiendo cada serie o string;
- Equipos de protección contra tensiones y descargas atmosféricas;
- Dispositivos de desconexión en carga para facilitar las tareas de mantenimiento y evitar accidentes;
- Equipos de monitorización; y
- Grado de protección IP 65.



Figura 2.7 Módulos fotovoltaicos conectados en serie y en paralelo (Fuente: www.mpptsolar.com).

II.1.2.7. Sistema de media tensión

El sistema de media tensión estará compuesto por todos los componentes eléctricos que operan en este nivel de tensión, los cuales son:

- Los cuadros de media tensión, ubicados en las cabinas de las unidades de conversión;
- Los transformadores que estarán ubicados en las cabinas de las unidades de conversión.
- Los cables en media tensión, en salida del compartimento respectivo, serán alojados en la base de la cabina y luego canalizados a través de la bancada.

Las cabinas de las unidades de conversión (ver **Figura 2.8**) contienen inversores. Un inversor es un dispositivo eléctrico que convierte la corriente continua en corriente alterna. El inversor funciona mediante seguimiento del punto de máxima potencia en cada momento, de forma que optimiza los valores de entrada de intensidad y tensión en corriente continua. En su interior, la llegada es en corriente continua, conectado a un interruptor, el cual es

controlado por el inversor. El inversor tiene ventilación forzada, ya que se produce un aumento de temperatura propio de la electrónica de potencia del sistema y la temperatura ambiente. Esta ventilación es para evitar la desconexión del inversor por aumento de temperatura.



Figura 2.8 Cabina de inversor típico.

La principal ventaja que presentan estos centros de transformación es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación.

II.1.2.8. Red de baja y media tensión subterránea

La conducción de la energía eléctrica generada en la Planta Solar Fotovoltaica será a través de la red de baja y media tensión subterránea.

En las zanjas de baja tensión discurrirá el cableado que conectará las cajas de combinación con las cabinas de las unidades de conversión, así como el cableado de alimentación de los motores, incluyendo el cableado de comunicaciones. Todos estos cables irán en tubos independientes de diferentes tamaños dentro de las zanjas. Las zanjas de baja

tensión tendrán una sección mínima de 50 cm de ancho y 65 cm de profundidad (ver **Figura 2.9**)

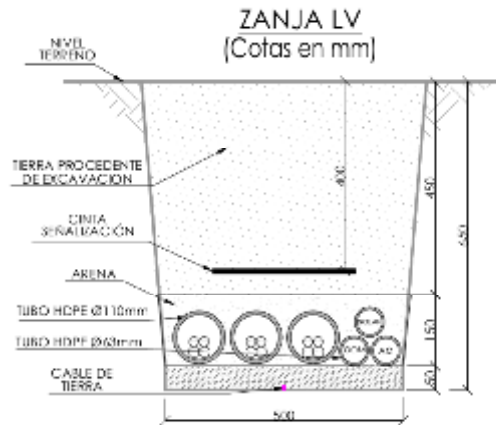


Figura 2.9 Sección tipo de zanja de la red de baja tensión subterránea.

El cableado que une entre sí los centros de transformación y éstos con la SE, incluyendo en tendido de la fibra óptica correspondiente discurrirá por las zanjas de media tensión, las cuales tendrán una sección mínima de 50 cm de ancho y 75 cm de profundidad (ver **Figura 2.10**).

Una vez conformadas las zanjas de red de baja y media tensión, se tenderá el cableado correspondiente. Dichas zanjas posteriormente se rellenarán, si es posible, con el mismo material producto de la excavación.

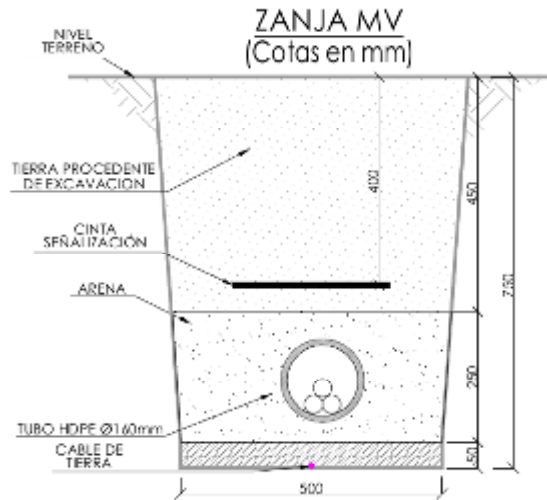


Figura 2.10 Sección tipo de la zanja de la red de media tensión subterránea.

II.1.2.9. Sistema de puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra en el área de la Planta Solar Fotovoltaica, atraviesa los elementos que en él se encuentran y permite, junto con los dispositivos de interrupción de circuitos, proteger contra eventuales riesgos de electrocución. Específicamente, el conductor de cobre del sistema de tierra, será de 50 mm² AWG enterrado a una profundidad mínima de 0.50 m, distribuido en el área ocupada por las estructuras fotovoltaicas y conectadas a ellas. Adicionalmente, se prevé una conexión a tierra para la cerca perimetral del Proyecto y red de baja y media tensión subterránea. Todas las conexiones de tierra serán del tipo exotérmicas. Al sistema de tierra general, se conecta la tierra de la cabina de media tensión, contenida en cada unidad de conversión. Cada cabina presenta un anillo perimetral en cobre de 4/0 AWG y dispersores verticales instalados en los vértices del anillo.

II.1.2.10. Sistema de control, protección y comunicación

Para el correcto funcionamiento de la instalación, se deberán proyectar los sistemas de control y protección asociados que garanticen una rápida respuesta ante perturbaciones eléctricas y una adecuada fiabilidad del sistema en la red de transmisión. Siguiendo las Normas del Promoviente y de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), se diseñarán los



bastidores de relés y armarios de comunicaciones con sistema SCADA, que permitan comunicar la instalación vía fibra óptica.

Todas estas protecciones dispondrán de comunicaciones por fibra óptica y su maniobra local se realizará mediante unidad de control de posición (UCP) existiendo la posibilidad de realizarlas también desde una unidad de control de subestación (UCS) desde la que se controlarán todos los parámetros de la subestación eléctrica y que estará interconectada.

Asimismo, se realizará la medición de parámetros eléctricos importantes para el control de la planta solar fotovoltaica: i) Potencia Activa, ii) Potencia Reactiva, iii) Factor de Potencia, iv) Frecuencia, v) Tensión y vi) Corriente.

II.1.2.11. Subestación eléctrica

El Proyecto contará con una Subestación Eléctrica (SE), que se ubicará en la parte sur de la planta solar fotovoltaica. En esta área también se construirá el edificio técnico-administrativo, con la finalidad de controlar, conectar y medir la energía eléctrica generada en el Proyecto.

La SE será diseñada con base en los requisitos de la normatividad mexicana aplicable y vigente (sobre todo las normas de CFE) y contará con una barda perimetral de block de concreto con puertas metálicas que restringirán el paso a toda persona no autorizada. Contará con pórticos en el exterior para recibir una línea de alta tensión y equipos de alta y media tensión (transformador de potencia, transformador de servicios auxiliares seco, pararrayos, interruptores, seccionadores, celdas, conectores, terminales, cableado, barras colectoras, cadenas de aisladores, entre otros), todo esto para conectar los circuitos de la SE, a través de una línea de transmisión aérea de 4 km.

La SE dispondrá de 2 transformadores de potencia de 135/180MVA elevando la tensión de entrada de 34.5 kV, a una tensión de salida de 400 kV, que es la tensión de la línea de switcheo a la que se interconectará la instalación.



El sistema de puesta a tierra en el área de la SE, está compuesta por una malla cuadriculada en cobre, de dimensiones externas 200 m por 100 m, cubriendo la totalidad del área de la SE, asimismo, la cuadrícula interna tiene una dimensión de 6 m por 6 m. El calibre del conductor de cobre será de 4/0 AWG, enterrado a una profundidad mínima de 0.50 m.

Adicionalmente se prevé una conexión a tierra para la cerca perimetral. Todas las conexiones a tierra serán del tipo exotérmicas. Al sistema de tierra de la SE de alta tensión, se conecta al sistema de tierra general de la planta solar fotovoltaica, creando así una conexión equipotencial.

La conexión del Proyecto a la sistema eléctrico, es decir, la evacuación de la energía eléctrica generada en el Proyecto, se realizará mediante el tendido de cable en el circuito de una línea de transmisión eléctrica aérea en 400 kV de aproximadamente 4 km de longitud que se construirá en la parte sur del predio del Proyecto. La misma partirá de la SE, hasta llegar a una subestación de maniobras que se construirá en la sección suroeste del Ejido San Juan de Villanueva. Cabe señalar que la construcción de la línea de transmisión y subestación de maniobras no son una obra o actividad para el desarrollo del Proyecto, tan sólo la actividad de tendido del cable en uno de los circuitos de la línea de transmisión.

II.1.2.12. Edificio técnico-administrativo

El edificio técnico-administrativo tendrá una estructura de hormigón armado cimentado sobre zapatas aisladas o muro de carga con techo a dos aguas. Las paredes divisorias interiores serán de tabicón, revestidas con yeso. Este edificio contará con las siguientes instalaciones:

- **Sala de control y oficinas de operación**, donde se ubicarán los sistemas informáticos y el resto de equipos necesarios para la operación y control de la planta solar fotovoltaica, así como las oficinas de operación para el personal que labore durante la etapa de operación y mantenimiento del Proyecto.
- **Sala de servicios auxiliares**, para albergar un transformador de servicios auxiliares y un equipo rectificador-baterías (cuarto de baterías).



- **Sala de celdas**, donde se ubicarán las cabinas de media tensión para la conexión del Proyecto con CFE.
- **Sala de medición**, para la instalación de los equipos de medida.
- **Sanitarios y vestidores**, para el uso del personal . Los sanitarios estarán conectados a un tanque séptico que cumplirá con los requisitos de la normatividad mexicana aplicable y vigente.
- **Cocina y comedor**, para el uso del personal. No se prevé almacenar y utilizar combustible para la preparación de alimentos.
- **Sala de juntas**, para la celebración de reuniones del personal.
- **Planta de emergencia**, para el funcionamiento del equipo principal del edificio técnico-administrativo y servicios auxiliares en caso de interrupción del suministro eléctrico.
- **Almacén de refacciones**; dentro del cual se colocarán las refacciones que se utilicen durante los mantenimientos preventivos y correctivos de la infraestructura del Proyecto.
- **Almacén temporal de residuos peligrosos**, dentro del cual se colocarán temporalmente, previo a su disposición final fuera del sitio del Proyecto, los residuos peligrosos que se generen durante la operación y mantenimiento del Proyecto.
- **Almacén temporal de residuos no peligrosos**, dentro del cual se colocarán temporalmente, previo a su disposición final fuera del sitio del Proyecto, los residuos no peligrosos que se generen durante la operación y mantenimiento del Proyecto.
- **Almacén de materiales peligrosos**, dentro del cual se colocarán los materiales peligrosos que se utilizarán durante las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de la infraestructura del Proyecto.

II.1.2.13. Áreas de maniobra de maquinaria y Equipo

Entre los arreglos de los módulos fotovoltaicos y en su perímetro, se diseñarán y conformarán áreas para maniobras de maquinaria y equipos para uso exclusivo del



Proyecto. Estas áreas serán conformadas en terracería y respetarán, en la medida de lo posible, el relieve natural del área, las escorrentías y los patrones de drenaje del sitio del Proyecto (ver **Figura 2.11**). La superficie requerida para el desarrollo de éstas áreas de maniobra de maquinaria y equipo, será de 22.5088 ha que representa el 1.47% del total de la superficie para el desarrollo del Proyecto.

Con la disponibilidad de estas áreas de maniobra de maquinaria y equipo, será posible el paso y maniobras de los equipos y maquinaria de montaje durante la construcción, así como para realizar maniobras de mantenimiento una vez que el Proyecto comience su funcionamiento.

Al finalizar las obras de construcción, las áreas de maniobra de maquinaria y equipo serán valoradas y, cuando sea necesario, se realizará la renivelación de los mismos con la finalidad de dejarlos en óptimas condiciones durante la etapa de operación y mantenimiento del Proyecto.

La sección de cada área de maniobras de maquinarias y equipos, será de hasta 4 m, estratificada de la siguiente manera:

1. Capa base sub-base de hasta 50 cm de espesor.
2. Capa base de zahorra / grava – 0/63 mm de 20 cm de espesor.
3. Capa superficial – zahorra / grava – 0/31.5 mm, de 10 cm de espesor

En la **Figura 2.11** se muestra el perfil tipo de éstas áreas de maniobra de maquinaria y equipo en el Proyecto.



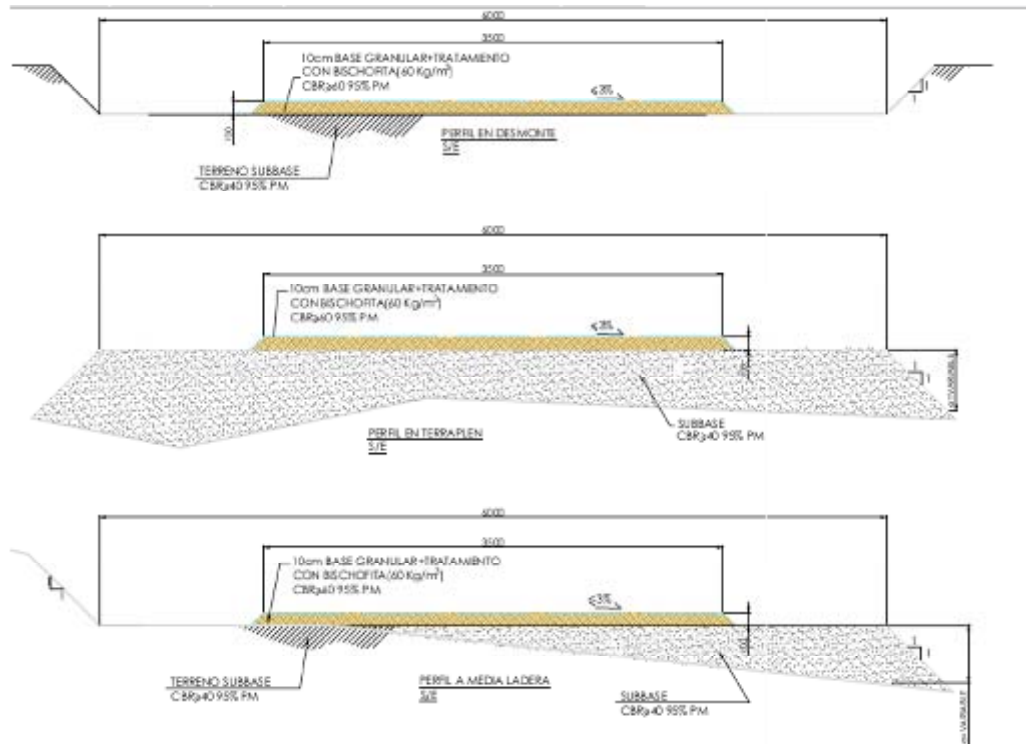


Figura 2.11 Perfil tipo de las áreas de maniobra de maquinaria y equipo del Proyecto.

La construcción de las áreas de maniobra de maquinaria y equipo considerará, en caso de ser necesaria, la construcción de obras para el cruce de escurrimientos de agua superficial intermitentes, sin flujo constante y con avenidas de poca duración. Dichas obras pueden ser de cajón circular de hormigón armado con una capa de enrocamiento. En la **Figuras 2.12 y 2.13** se presentan imágenes de un perfil típico de cruce y de una sección típica de cruce, mientras que en la **Figura 2.14** se presenta en plano típico de cruce.

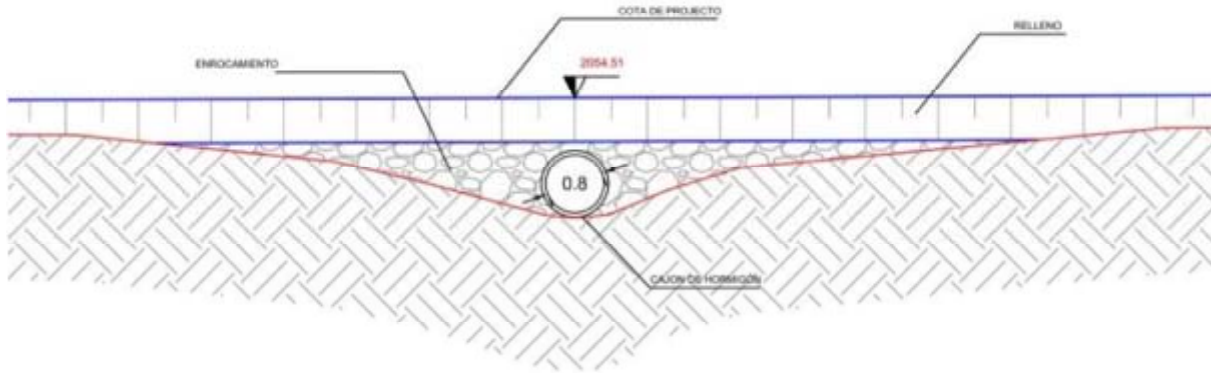


Figura 2.12 Perfil típico de cruce.

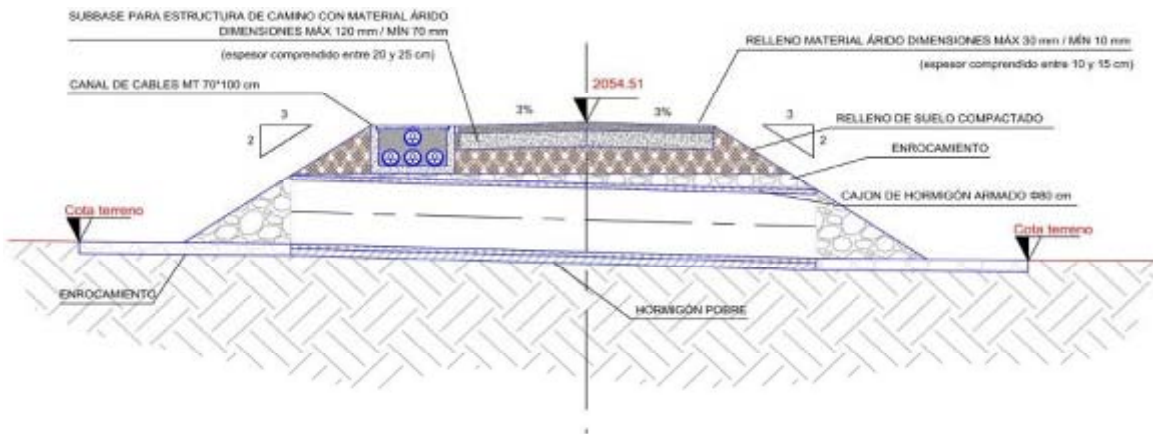


Figura 2.13 Sección típica de cruce.

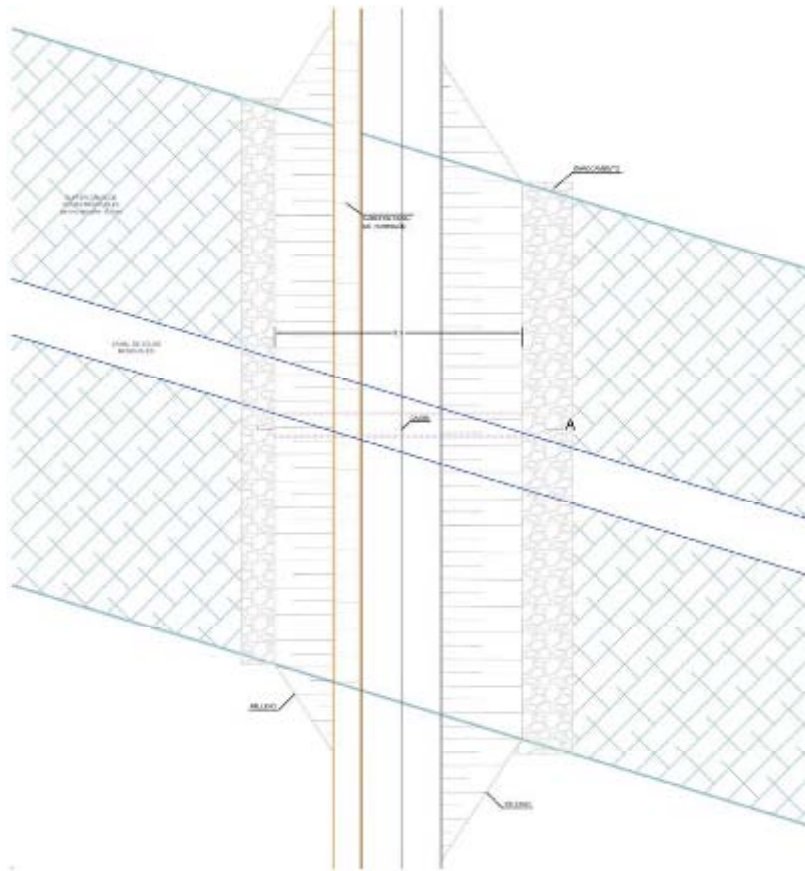


Figura 2.14 Plano típico de cruce.

II.1.2.14. Áreas de cuarentena y reubicación de vegetación rescatada

Dentro del polígono del Proyecto, se dispondrá de la superficie suficiente para instalar un área de cuarentena y para la reubicación final de la vegetación forestal que sea rescatada. Se dispondrán de tres áreas que suman una superficie de 101.6361 ha, donde se reubicarán los individuos de vegetación forestal rescatados para el Proyecto. En el sitio del Proyecto no se registraron especies que se encuentren bajo algún estatus dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, en el estrato arbustivo se cuenta con tres especies de cactáceas consideradas de Lento Crecimiento y Difícil Regeneración (LCDR): el alicoche (*Echinocereus enneacanthus*), el costillón (*Ferocactus hamatacanthus*) y la biznaga dedos largos (*Coryphantha macromeris*), las cuales serán



objeto de rescate y reubicación; así como individuos de una especie con importancia económica y ecológica, que corresponde a la especie cegador (*Opuntia rufida*).

Previo trasplante de los individuos rescatados, para su resguardo y mantenimiento, se les realizarán distintos tratamientos y mantenimiento, específicamente dejarlos en cuarentena para propiciar el secado y cicatrización de las heridas, evitando con esto la aparición de plagas o enfermedades y así asegurar el desarrollo óptimo de la planta. Eso se llevará a cabo en una estructura tipo vivero, denominada Centro de Acopio Temporal (CAT) (ver **Figura 2.15**).



Figura 2.15 Ejemplo de estructura tipo vivero que será construida dentro del Área de Cuarentena y Reubicación de Vegetación rescatada, para el mantenimiento previo trasplante.

II.1.3. Selección del Sitio

La selección del sitio del Proyecto se basó en criterios técnicos, ambientales, sociales y económicos.

Con respecto a los criterios técnico-económicos, la selección del sitio del Proyecto se basó considerando las características del predio, dentro de las cuales se tienen:



- Se encuentra libre de obstáculos, infraestructura o instalaciones para la implementación del Proyecto;
- La topografía plana del predio permite la instalación de paneles sin necesidad de cortes o rellenos excesivos, solo una nivelación del terreno;
- Se tiene excelente irradiación solar; y
- Cercanía al punto de interconexión.

En cuanto a criterios económicos la construcción del Proyecto contribuye en diversas formas y niveles a la economía del país. Algunos de los puntos más relevantes relacionados con el desarrollo económico son:

- Incremento de la capacidad instalada de generación de energía eléctrica en la zona Norte.
- Inversión extranjera directa, y junto con ésta, la entrada de nuevas tecnologías que ayudan al desarrollo sustentable de nuestro país.
- Fuentes de empleo a nivel local durante la construcción y operación y mantenimiento del Proyecto.

En el aspecto ambiental, actualmente la demanda eléctrica del país es cubierta en su mayor parte por la combustión de combustibles fósiles que generan gases que contribuyen al efecto invernadero y descargas de aguas residuales con potencial de modificar la calidad y temperatura de las corrientes naturales del agua, causando alteraciones en el medio ambiente. El Proyecto utiliza como fuente de energía el sol, por lo que se generará energía eléctrica limpia y renovable y se evitará generar gases que contaminen la atmósfera. Asimismo, va a cumplir con los estándares requeridos por el SEN de forma limpia y segura.

Parte de los beneficios asociados a este tipo de tecnología se enlistan a continuación:

- No utiliza combustibles fósiles para su funcionamiento evitando la emisión de gases que contribuyen al efecto invernadero.
- No utiliza materiales considerados de alto riesgo, como es el caso de una central nuclear, que además, tiene que utilizar grandes cantidades de agua, la



cual es devuelta a su medio con características distintas, causando un impacto negativo al ecosistema.

- No se generan residuos peligrosos, como es el caso de las termoeléctricas, o éstos son mínimos.
- Tiene ciertas ventajas sobre otro tipo de energías renovables, como serían las hidroeléctricas, las cuales tienen un fuerte impacto ecológico en toda el área del embalse o vaso de la presa.

Entre los principales criterios ambientales que se establecieron como premisas para el desarrollo del Proyecto, se encuentran los siguientes:

- Ubicar el Proyecto fuera de un área natural protegida de competencia federal, estatal y municipal.
- No afectar zonas boscosas ni áreas de importancia ecológica.
- Evitar en lo posible los impactos visuales en núcleos de población.
- Evitar afectar lagunas, ríos, zonas inundables, sitios RAMSAR.
- Afectar lo menos posible la vegetación natural.
- Utilizar preferentemente zonas que hayan sido utilizadas para la agricultura y la ganadería, con el propósito de generar el menor impacto posible en la vegetación natural.
- Seleccionar un sitio alejado de zonas turísticas o de potencial turístico.
- Seleccionar un sitio sensiblemente plano con la finalidad de minimizar los movimientos de tierra, evitando los cortes de terreno y posible afectación a escurrimientos.
- Situar el Proyecto donde existan las vías de comunicación adecuadas que minimicen la apertura de nuevos caminos de acceso y en un lugar no tan lejano de algún núcleo de población que favorezca la derrama económica de éste.



- Situar el Proyecto donde el recorrido de la línea de transmisión eléctrica, distancia entre planta solar fotovoltaica y subestación de conexión con CFE, se minimice con la finalidad de disminuir afectaciones.

En cuanto al aspecto social, se verán beneficiadas familias de la zona, ya que la construcción del Parque Solar significa la creación de nuevas fuentes de empleo. Asimismo, el predio donde se pretende desarrollar el Proyecto es el área de uso común de un ejido, por lo tanto, varias familias recibirán una remuneración por el arrendamiento de dicha área. Este Proyecto estima un número máximo de personal que estará laborando durante la fase crítica (pico) de la preparación del sitio y construcción asciende aproximadamente a 2,700 personas, en la fase final de construcción un mínimo de 500 personas, que a su vez generarán empleos indirectos debido a la demanda de servicios.

II.1.4. Ubicación física del Proyecto y planos de localización

El sitio del Proyecto comprende una superficie total de **1,534.3477 ha (15,343,476.6347 m²)**, en el **Cuadro 2.1** y la **Figura 2.16** se presentan las coordenadas métricas (UTM) de los vértices que delimitan el polígono envolvente del Proyecto, mientras que en el **Anexo 1.1** se presenta el plano topográfico con las coordenadas métricas y el correspondiente cuadro de construcción del Proyecto.

El sitio donde se pretende llevar a cabo la instalación y operación del Proyecto, se encuentra ubicado en áreas de uso común del Ejido San Juan de Villanueva, en el municipio de Viesca, estado de Coahuila de Zaragoza, México. Por su ubicación geográfica, el municipio de Viesca se encuentra en el paralelo 25°20' de latitud norte y 102°48' de longitud oeste respecto al meridiano de Greenwich; a una altitud promedio de 1,100 m s.n.m. Colinda al norte con los municipios de Matamoros y de San Pedro, al este con el municipio de Parras, al oeste con el municipio de Torreón, todos del estado de Coahuila de Zaragoza; mientras que al sur con el estado de Zacatecas (ver Figura 2.1).

El acceso al sitio del Proyecto, partiendo de la capital del estado, la ciudad de Saltillo es a través de la carretera federal N° 40 Torreón-Saltillo (ver **Figura 2.17**). Desde la ciudad



de Torreón por la misma carretera federal N° 40 Torreón-Saltillo, hacia Saltillo, se encuentra a una distancia aproximada de 37 km.

Cuadro 2.1 Coordenadas métricas (UTM, Zona 13N, WGS 84) del polígono del Proyecto, con una superficie de 1,534.3477 ha.

ID	X	Y
1	696511.13949	2834027.54397
2	696511.13949	2833811.88720
3	696556.63948	2833811.88720
4	696556.63948	2833421.07677
5	696511.13949	2833421.07677
6	696511.13949	2828238.05662
7	696534.64969	2828238.72762
8	696534.64969	2827396.65226
9	696474.63950	2827365.84517
10	696355.56162	2827304.71488
11	696287.45793	2827909.30518
12	695916.30979	2827902.25008
13	695916.30979	2827305.04368
14	696015.21377	2827132.02370
15	695945.76718	2827092.31011
16	695836.30980	2827283.71678
17	695836.30980	2827905.77758
18	694702.01229	2827884.02578
19	694687.59809	2827915.03038
20	694685.99999	2827914.99998
21	694550.00001	2828211.00003
22	693910.66322	2828345.37790
23	693910.66322	2833012.28594
24	694363.63334	2833470.62026
25	694364.29874	2833470.97586
26	694877.05836	2833989.44848



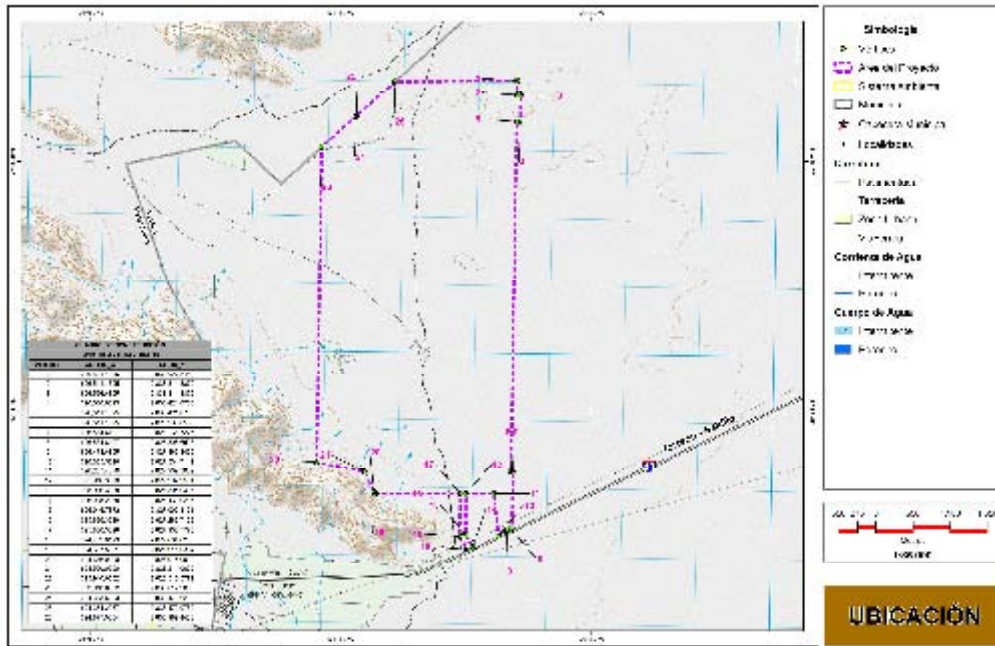


Figura 2.16 Ubicación y coordenadas métricas (UTM, Zona 13N, WGS 84) de los vértices que delimitan el polígono del Proyecto Villanueva Solar.

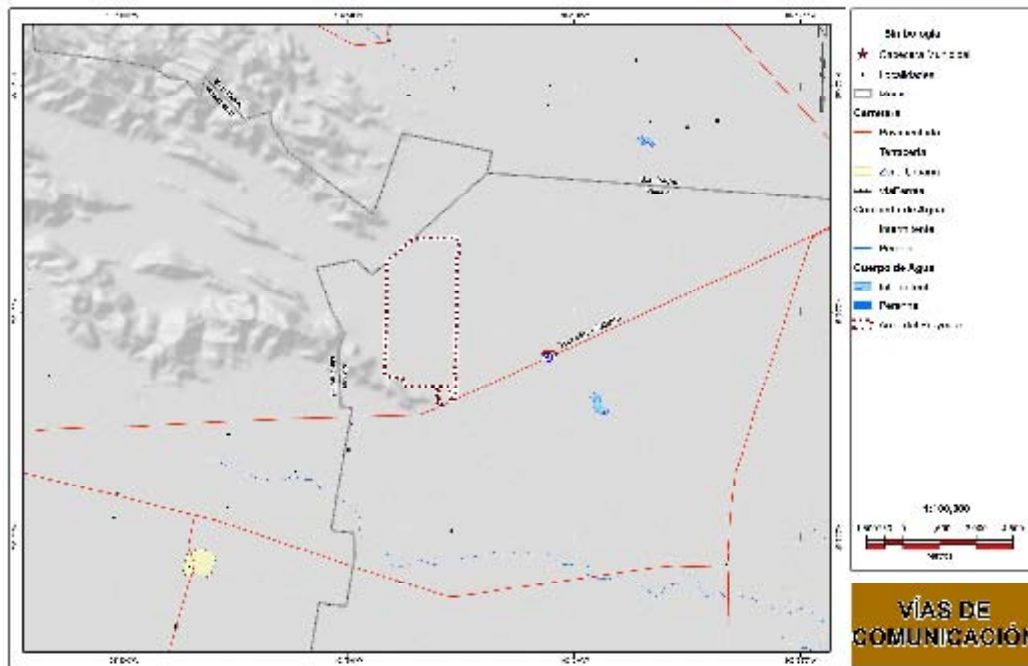


Figura 2.17 Vías de comunicación para llegar al sitio del Proyecto (UTM, Zona 13N, WGS 84).

II.1.5. Inversión requerida

Los costos estimados para las obras de construcción del Proyecto ascienden a **Información Confidencial de la Empresa**, después de impuestos. El detalle puede observarse en los **Cuadros 2.2 y 2.3**, todos estos precios incluyen obra civil, montaje y puesta en marcha.

Además, desde la etapa de planeación del Proyecto, la Promovente destina una inversión para la ejecución y elaboración de estudios ambientales, así como para el cumplimiento con la legislación vigente en materia de agua, uso de suelo, demanda de servicios, gestión para la evaluación del impacto ambiental y el pago por compensación ambiental para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. De igual manera, se destinará un presupuesto para la obtención de permisos y licencias de construcción y para la aplicación de medidas de prevención y mitigación y el mantenimiento. Para la realización de todas estas actividades, la Promovente estima un gasto de **Información Confidencial de la Empresa**.

Cuadro 2.2 Presupuesto para la instalación de los paneles fotovoltaicos del Proyecto.

Detalle	Precio global (USD)
Información Confidencial de la Empresa.	Información Confidencial de la Empresa.
Información Confidencial de la Empresa.	Información Confidencial de la Empresa.
Información Confidencial de la Empresa.	Información Confidencial de la Empresa.

Cuadro 2.3 Balance de planta del Proyecto.

Detalle	Precio global (USD)
Información Confidencial de la Empresa.	Información Confidencial de la Empresa.
Información Confidencial de la Empresa.	Información Confidencial de la Empresa.
Información Confidencial de la Empresa.	Información Confidencial de la Empresa.
Información Confidencial de la Empresa.	Información Confidencial de la Empresa.
Información Confidencial de la Empresa.	Información Confidencial de la Empresa.



II.1.6. Dimensiones del Proyecto

II.1.6.1. Superficie total requerida

La superficie total requerida para el desarrollo del Proyecto a ubicarse en el municipio de Viesca, estado de Coahuila de Zaragoza es de **1,534.3500 ha (15,343,499.93 m²)**. De esta superficie, algunas hectáreas serán afectadas de manera permanente y otras de manera temporal (durante la etapa de preparación del sitio y construcción), tal como se presenta en la **Figura 2.2** y en el **Anexo 2.1**.

II.1.6.2. Superficie para obras permanentes

Del total de la superficie requerida para la ejecución del Proyecto (1,534.3500 ha), se requieren **1,469.2591 ha** para obras permanentes, según se muestra en el **Cuadro 2.4**, lo que representa el 95.76% del total de la superficie del sitio del Proyecto.



Cuadro 2.4 Superficie para obras permanentes y temporales involucradas en el desarrollo del Proyecto Villanueva Solar

Afectación	Tipo de Obra o Actividad	Superficie		
		m ²	ha	% respecto a superficie total
Permanente	Almacenamiento de equipo y maquinaria	3098.87	0.3099	0.02
	Área de cuarentena y reubicación de vegetación rescatada	32.56	0.0033	0.00
	Área de maniobras de maquinaria y equipo	10622.65	1.0622	0.07
Temporal	Área de almacenamiento temporal del material de desmonte y despalme	10832.93	1.0832	0.07
Permanente	Almacenamiento de equipo y maquinaria	756749.66	75.6749	4.93
	Camino de acceso principal	23848.63	2.3849	0.16
	Subestación eléctrica	30111.23	3.0111	0.20
	Área de cuarentena y reubicación de vegetación rescatada	1016328.16	101.6328	6.62
	Área de maniobras de maquinaria y equipo	214465.25	21.4467	1.40
Temporal	Caminos de acceso temporales	29578.98	2.958	0.19
Permanente	Campamento de Obra	328084.87	32.8085	2.14
	Caseta de vigilancia	28.38	0.0028	0.00
	Área de Planta Solar Fotovoltaica	11921099.6	1192.1099	77.69
Temporal	Área de almacenamiento temporal del material de desmonte y despalme	610497.04	61.0497	3.98
Permanente	Envolvente del Proyecto	388121.12	38.8121	2.53
	Total	15,343,499.93	1,534.3500	100.00
	Superficie de obras permanentes	14,692,590.98	1,469.2591	95.76
	Superficie de obras temporales	650,908.95	65.0909	4.24
	Total	15,343,499.93	1,534.3500	100.00

II.1.6.3. Superficie para obras temporales

El Proyecto estará constituido por obras principales, provisionales (temporales) y/o asociadas a lo largo de su construcción y operación. Estas obras serán aquellas que sean necesarias para la preparación del sitio, así como para la instalación y/o construcción de las obras principales y asociadas, las cuales serán retiradas una vez que hayan cumplido con su propósito.

Del total de la superficie requerida para la ejecución del Proyecto que es de 1,534.3500 ha, **65.0909 ha** corresponden a las obras temporales involucradas según se muestra en el **Cuadro 2.4**. Las áreas para obras o actividades temporales corresponden a las siguientes:

- i. Caminos temporales de acceso (secundarios).
- ii. Área para el campamento temporal de obra.
- iii. Área de almacenamiento de equipo y maquinaria.
- iv. Área de almacenamiento temporal de material de desmonte y despalme

En el área de campamento temporal de obra, se establecerán también un área de estacionamiento del personal, casetas de obra para el Promovente, contratistas y subcontratistas, área de servicio médico, área de consumo de alimentos, áreas de almacenamiento de materiales y planta de concreto.

En las áreas de almacenamiento de materiales dentro del campamento de obra, también se ubicarán almacenes temporales para sustancias químicas, residuos peligrosos y no peligrosos. En dichos almacenes, se implementarán las medidas necesarias para evitar accidentes e incidentes de seguridad y ambientales.

Durante la etapa de etapa de construcción, no se contempla la instalación de talleres como tal, sin embargo, en caso de que se tenga que realizar una reparación de emergencia donde el equipo o maquinaria no se pueda mover fuera del predio del Proyecto o a una superficie impermeable preparada especialmente para este efecto, se implementará el



procedimiento adecuado que contemple las medidas preventivas de protección al suelo de goteos y/o derrames de hidrocarburos.

En el área del campamento de obra se designará un área para el consumo de alimentos, por lo que no se anticipa la instalación de un comedor como tal.

Considerando la ubicación del Proyecto, el número de personas que en él trabajarán durante su construcción (aproximadamente 2,700 personas en el periodo pico) y que la mayor parte de la mano de obra será de los municipios y localidades cercanas al sitio del Proyecto, no será necesario la instalación y funcionamiento de campamentos ni dormitorios.

II.1.6.4. Superficie a afectar con respecto a la cobertura vegetal del sitio del Proyecto

Dada la naturaleza del Proyecto, del total de la superficie requerida para su desarrollo **1,534.3500 ha (15,343,499.93 m²)**, y de acuerdo a la información de las cartas de uso de suelo y vegetación generadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), y ratificado o rectificado con el trabajo de campo para la caracterización biótica del sitio, se cuenta con una superficie con cobertura vegetal forestal de **1,534.3500 ha**, de las cuales, en un 99.84% corresponden a Vegetación de desiertos arenosos con matorral inerme, y el restante 0.16% a vegetación Crasi-rosulifolios espinosos con matorral subinerme y nopalera (ver **Cuadro 2.5** y **Figura 2.18**).



Cuadro 2.5 Superficies a afectar respecto a la cobertura vegetal del sitio del Proyecto.

Vegetación	Obra	Afectación	Superficie		
			m2	ha	%
Crasi-rosulifolios espinosos con matorral subinorme y nopalera	Almacenamiento de equipo y maquinaria	Permanente	3098.87	0.3099	0.02
	Área de cuarentena y reubicación de vegetación rescatada	Permanente	32.56	0.0033	0
	Área de maniobras de maquinaria y equipo	Permanente	10622.65	1.0622	0.07
	Área de almacenamiento temporal del material de desmonte y despilme	Temporal	10832.93	1.0832	0.07
Vegetación de desiertos arenosos con matorral inorme	Almacenamiento de equipo y maquinaria	Permanente	756749.66	75.6749	4.95
	Camino de acceso principal	Permanente	23848.63	2.3849	0.16
	Subestación eléctrica	Permanente	30111.23	3.0111	0.2
	Área de cuarentena y reubicación de vegetación rescatada	Permanente	1016328.16	101.6328	6.63
	Área de maniobras de maquinaria y equipo	Permanente	214465.25	21.4467	1.4
	Caminos de acceso temporales	Temporal	29578.98	2.958	0.19
	Campamento de Obra	Permanente	328084.87	32.8085	2.13
	Caseta de vigilancia	Permanente	28.38	0.0028	0
	Área de Planta Solar Fotovoltaica	Permanente	11921099.6	1192.1099	77.68
	Área de almacenamiento temporal del material de desmonte y despilme	Temporal	610497.04	61.0497	3.98
	Envolvente del Proyecto	Permanente	388121.12	38.8121	2.52
Total			15343499.93	1534.35	100
Superficie de obras permanentes			14,692,590.98	1,469.26	95.76
Superficie de obras temporales			650,908.95	65.09	4.24
Total			15,343,499.93	1,534.35	100

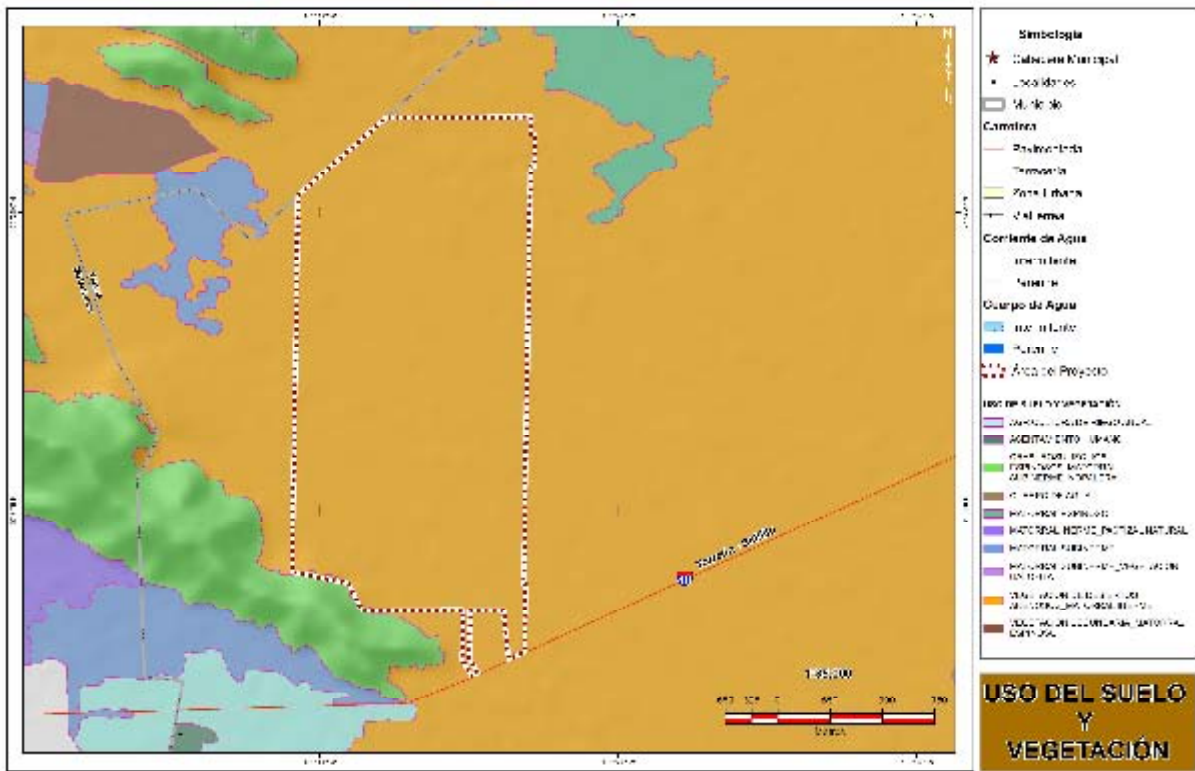


Figura 2.18 Tipos de vegetación presentes en el sitio donde se pretende ubicar el Proyecto.

II.1.7. Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del Proyecto y sus colindancias

II.1.7.1. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El sitio del Proyecto, no cuenta con ningún tipo de infraestructura de servicio, únicamente con las vías de comunicación para llegar al sitio y que corresponden a caminos de terracería vecinales desde la Carretera No 40 Saltillo-Matamoros-Torreón. Por tal motivo, la Promovente deberá cubrir sus requerimientos de agua, combustible e insumos desde las poblaciones cercanas, especialmente desde las cabeceras municipales de Viesca y de Matamoros.

II.1.7.2. Vías de acceso

Como ya se mencionó, el acceso al sitio del Proyecto, partiendo de la capital del estado, la ciudad de Saltillo, es a través de la Carretera Federal N° 40 Torreón-Saltillo (ver **Figura 2.17**). Desde la ciudad de Torreón, por la misma Carretera Federal N° 40 Torreón-Saltillo, hacia Saltillo, se encuentra a una distancia aproximada de 37 km.

II.1.7.3. Agua

Para cubrir los requerimientos de agua, la Promovente solicitará servicios de suministro del recurso por medio de pipas, principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Eventualmente, en función de la disponibilidad, se podrían adquirir los derechos por la explotación de agua subterránea de algún pozo en operación, por un volumen equivalente al gasto de agua estimado en la operación del proyecto. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, el principal consumo de agua se destinará para el riego de áreas de trabajo como método de control de polvos y partículas. Durante la operación del Proyecto, el principal consumo de agua será destinado al lavado y limpieza de las celdas, estimando un consumo de sólo 1 litro por año por módulo, lo que equivale aproximadamente a 1,334 m³ por año para estos fines.

II.1.7.4. Energía eléctrica

No se requiere energía eléctrica en la etapa de preparación del sitio y construcción, ya que las actividades por etapa del Proyecto serán en horario diurno. Sin embargo, se requerirá de suministro eléctrico para las casetas de obra de la Promovente, contratistas y subcontratistas, el cual será proporcionado por plantas a diésel.

II.1.7.5. Combustible

Los combustibles a utilizar para 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 de los municipios de Viesca, Matamoros y Torreón.



Durante la etapa de operación y mantenimiento del Proyecto se utilizará gasolina para la operación de vehículos que recorran el sitio del Proyecto para propósitos de la realización de actividades de mantenimiento preventivo y correctivo. Este combustible se abastecerá en las gasolineras de los municipios de Viesca, Matamoros y Torreón. También se utilizará diésel para la planta de emergencia del edificio técnico-administrativo, el cual será abastecido en pipas especializadas para tal propósito.

II.1.7.6. Drenaje

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción del Proyecto, se generarán aguas residuales sanitarias a través del empleo de sanitarios portátiles en los diversos frentes de trabajo y en los sanitarios de las casetas de obras. Para el caso de los desechos hidrosanitarios de las casetas de obra se contratará a una empresa especializada en la renta y limpieza de éstos. El mantenimiento de los sanitarios portátiles, se hará a través de una empresa autorizada para el manejo de aguas residuales sanitarias, y éstos se irán moviendo de acuerdo a las necesidades y avance de la obra.

Durante la etapa de operación y mantenimiento del Proyecto también se generarán aguas residuales sanitarias, las cuales serán descargadas a un tanque séptico y de ahí, serán recolectadas por una compañía especializada y autorizada para su disposición final fuera del sitio del Proyecto.

II.1.7.7. Telefonía

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, la comunicación se efectuará a través de teléfonos móviles e internet, mientras que durante la etapa de operación y mantenimiento será a través de fibra óptica.



II.2. Características particulares del Proyecto

Como se mencionó en párrafos anteriores, el Proyecto consiste en la construcción, operación y mantenimiento de un parque solar fotovoltaico que transformará la energía procedente de la radiación solar a energía eléctrica, al incidir sobre una serie de módulos o paneles solares instalados sobre estructuras fijas de metal en el terreno, a este conjunto de módulos se le denomina generadores o paneles fotovoltaicos. De ahí, la corriente continua producida en el generador fotovoltaico se convierte en corriente alterna mediante inversores. En total se comprende la instalación de 14,830 estructuras fotovoltaicas, 1,334,640 módulos y 30 de módulos por string, para una potencia nominal de 427.08 MWp.

II.2.1. Programa general de trabajo

El Proyecto estará constituido por obras principales, permanentes y temporales que se asocian desde la preparación del sitio y a lo largo de la construcción, operación y mantenimiento del parque solar fotovoltaico.

En el **Cuadro 2.6**, se presenta de manera general el cronograma, la vida útil del Proyecto que corresponde a 31 años, de acuerdo al tiempo requerido para la realización de cada una de las actividades mencionadas por etapa. En dicho cuadro se observa que las actividades de las etapas Preparación del sitio y Construcción se llevarán a cabo en un período de 24 meses, la Operación del Proyecto se llevará a cabo a lo largo de los siguientes 28 años y por último se realizará el Abandono del sitio en un periodo de un año.



Cuadro 2.6 Cronograma de actividades involucradas en cada etapa de desarrollo del Proyecto

Actividades	24 meses para construcción																								Año 3 al Año 30	Año 31		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				
Preparación del sitio																												
Delimitación del sitio del Proyecto	■	■																										
Ejecución de actividades de protección y conservación de flora silvestre protegidas y de interés biológico		■	■	■	■	■	■	■	■																			
Ejecución de actividades de protección y conservación de fauna silvestre protegidas y de interés biológico		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																	
Desmante y despalme		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																	
Conformación de caminos temporales de acceso		■	■	■																								
Instalación de infraestructura provisional (campamentos temporales de obra)		■	■	■	■																							
Instalación provisional de cerco perimetral para delimitación del Proyecto		■	■																									
Construcción																												
Ampliación, rehabilitación y construcción de caminos de acceso, y de áreas de maniobra de maquinaria y equipo		■	■	■	■	■																			■	■	■	
Excavación, compactación y/o nivelaciones (movimiento de tierras)				■	■	■	■	■	■	■																		
Excavación de zanjas para red subterránea de media y baja tensión				■	■	■	■	■	■	■																		
Construcción de sistemas de drenaje				■	■	■	■	■	■	■																		
Instalación de cerca perimetral permanente			■	■	■																							
Instalación de estructuras de soporte de módulos fotovoltaicos				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							



Actividades	24 meses para construcción																								Año 3 al Año 30	Año 31			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24					
Instalación de módulos fotovoltaicos, tendido de cable de red subterránea de media y baja tensión. Relleno de zanjas y nivelación																													
Instalación de cabinas de las unidades de conversión																													
Construcción de la subestación eléctrica, incluyendo el edificio técnico-administrativo																													
Construcción de otras obras civiles																													
Tendido de cable en un circuito de la línea de transmisión aérea en alta tensión al punto de interconexión																													
Pruebas y energización																													
Operación y mantenimiento																													
Operación y mantenimiento de paneles solares																													
Operación y mantenimiento a camino de acceso y áreas de maniobra de maquinaria y equipo																													
Abandono de sitio																													
Desmantelamiento de equipos																													
Limpieza del sitio																													
Restauración y Revegetación																													

II.2.2. Preparación del sitio

Una vez obtenida la resolución aprobatoria del presente estudio, como parte de la etapa de preparación del sitio, se realizarán las siguientes actividades:

- **Delimitación del sitio del Proyecto.** Se delimitan con banderines o estacas mediante el levantamiento topográfico con estación total de las áreas requeridas para el desarrollo del Proyecto, que sean autorizadas por los resolutivos ambientales.
- **Ejecución de actividades de protección y conservación de especies de flora y fauna silvestre:** Para el caso de la flora, en el sitio del Proyecto no se registraron especies que se encuentren bajo algún estatus dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, en el estrato arbustivo se cuenta con tres especies de cactáceas consideradas de LCDR: el alicoche (*Echinocereus enneacanthus*), el costillón (*Ferocactus hamatacanthus*) y la biznaga dedos largos (*Coryphantha macromeris*), las cuales serán objeto de rescate y reubicación; así como individuos de una especie con importancia económica y ecológica, que corresponde a la especie cegador (*Opuntia rufida*). Los individuos de flora rescatada serán reubicados en las áreas denominadas de cuarentena y reubicación de vegetación rescatada, localizadas al sur y al oeste del polígono envolvente del Proyecto. Para el caso de la fauna silvestre, las actividades para ahuyentarla, estarán orientadas principalmente para aquellos individuos de desplazamientos rápidos, tal es el caso de individuos del grupo de las aves, así como mamíferos medianos y grandes, incluyendo aquellos de hábitos voladores, que pudieran encontrarse en troncos huecos, grietas, etc. Para la realización de estas actividades se contará con expertos en la materia, quienes desarrollarán los lineamientos a seguir en el proceso de rescate, definirán las mejores técnicas de captura y las alternativas para su reubicación en sitios aptos.
- **Desmonte y Despalmes.** Se remueve la vegetación arbórea, arbustiva y herbácea en las áreas para obras temporales y permanentes del Proyecto (desmonte). Posteriormente, se procede a la remoción de la capa de suelo (despalmes), remoción



y disposición de los troncos y raíces mayores a 5 cm de diámetro, así como todas las raíces enredadas de cualquier tamaño a una profundidad mínima de 10 cm, con la ayuda de tractores de oruga con cargador frontal. El material producto de esta actividad se almacenará temporalmente en el sitio del Proyecto, en áreas destinadas para ello. En esta actividad también se incluye el retiro de maleza, arbustos, tocones, rocas y piedras de tamaño grande, entre otros. El desmonte y despalme se deben realizar en forma gradual y unidireccional para permitir el desplazamiento de la fauna hacia zonas menos perturbadas. En esta actividad, se dará un manejo adecuado para conservar el material de despalme para que 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.

- **Conformación de camino de acceso:** Se construirá un camino de acceso al sitio del Proyecto de aproximadamente 20 m de ancho el cual se utilizará sólo durante la etapa de preparación del sitio y construcción del Proyecto. El material procedente del marcado de la huella se mantendrá a modo de pretil en los laterales de la explanada actuando como barrera de seguridad y elemento direccionador, favoreciendo que los vehículos respeten el camino asignado y no se generen caminos alternativos.
- **Instalación de infraestructura y edificios provisionales:** Se acondicionara un área en el sitio del Proyecto para el campamento de obra, el cual incluirá la instalación de la infraestructura necesaria durante la etapa construcción, como es el área de estacionamiento de vehículos; casetas de obra para la Promovente, contratistas y subcontratistas; almacenes de materiales, y planta de concreto.
- **Instalación de cerco perimetral para delimitación del Proyecto:** Se instalará un cerco perimetral para delimitar el área del Proyecto, de manera que las actividades de desarrollo se lleven a cabo en un ambiente de seguridad para el personal laborando en él y para garantizar el cuidado de la maquinaria, equipos e infraestructura provisional y la que se vaya construyendo (infraestructura permanente).



II.2.3. Construcción

Durante la etapa de construcción del Proyecto, se consideran distintas actividades constructivas, las cuales se mencionan a continuación:

- i. Ampliación, rehabilitación y construcción de caminos de acceso y obras de drenaje.
- ii. Excavación, compactación y nivelación con medios mecánicos para las cimentaciones de la SE, edificio técnico-administrativo, cabinas de unidades de conversión, y zanjas para la red subterránea de media y baja tensión.
- iii. Excavación de zanjas para red subterránea para media y baja tensión. En caso de ser necesario, se seguirán las mejores prácticas de ingeniería para la realización de las excavaciones, compactaciones o nivelaciones para prevenir riesgos de erosión o para garantizar la estabilidad del terreno.
- iv. Construcción de obras de drenaje, las cuales podrán incluir canales, cunetas, vados de concreto, pasos de agua, o cualquier otro tipo de obra hidráulica para no alterar escurrimientos naturales del agua, pero que actúen como disipadores de energía y zanjas drenantes.
- v. Instalación de cerca perimetral permanente.
- vi. Suministro e instalación de concreto armado para la cimentación de las estructuras de soporte de los módulos fotovoltaicos.
- vii. Suministro e instalación de barras de acero para las estructuras de soporte de los módulos fotovoltaicos, incluyendo soldadura.
- viii. Instalación de módulos fotovoltaicos sobre las estructuras de soporte.
- ix. Tendido de cable de red subterránea de media y baja tensión, incluyendo relleno de zanjas y nivelación. Las zanjas se rellenarán, si es posible, con el mismo material producto de la excavación. En caso de que dicho material no sea suficiente o no cumpla con los estándares de calidad requeridos, se comprará el material en casas comerciales en los poblados cercanos.
- x. Instalación de las cabinas de las unidades de conversión.
- xi. Construcción de la SE, incluyendo el edificio técnico-administrativo.
- xii. Construcción de otras obras civiles.



- xiii. Tendido de cable en un circuito de la línea de transmisión aérea en alta tensión al punto de interconexión
- xiv. Pruebas y energización.

Para la construcción de los diferentes elementos del Proyecto se empleará material proveniente de bancos de materiales debidamente autorizados. Se preferirán las fuentes de material más próximas al área del Proyecto.

En el **Cuadro 2.7** se presentan los materiales y materia prima que serán utilizadas principalmente en la fase de construcción del Proyecto.

Cuadro 2.7 Principales materias primas y materiales utilizados para la construcción de las instalaciones del Proyecto.

Descripción	Unidad
Concreto premezclado en planta	m ³
Hierro Galvanizado	Varilla
Cemento	Saco
Arena	m ³
Tablaroca y losetas	m ²
Tubería de polietileno de alta densidad	m
Materiales eléctricos	Unidad
Módulos fotovoltaicos	Unidad
Caja de conexión	Unidad
Estructuras portantes	Unidad
Caja de combinación	Unidad
Cable de baja tensión	m
Cable de alta tensión	m
Unidad de conversión	Unidad
Cabina de entrega	Unidad
Lámparas	Unidad
Postes	Unidad
Puertas	Unidad
Malla Keller	m ²
Tubería PVC	Unidad
Tubería para cableado	Unidad



La cantidad y los volúmenes de estos materiales se determinarán con base en la ingeniería de detalle y se obtendrán en el mercado a través de proveedores y distribuidores autorizados.

En cuanto a los recursos utilizados durante la etapa de construcción del Proyecto, se tiene:

- **Agua.** El requerimiento de consumo de agua para la etapa de construcción es estimativo usando parámetros preliminares y teóricos para el diseño de las cimentaciones de las estructuras de soporte de los módulos fotovoltaicos así como un diseño de mezcla típico de concreto. Las cantidades finales dependerán del diseño final de las estructuras y del diseño de mezcla de concreto final que se requiera de acuerdo a la ingeniería de detalle.
- **Agua Potable.** Se estima un consumo diario promedio de 3 l/persona/día y considerando que el número máximo de personas que laborará durante la fase de construcción asciende aproximadamente a 2,700 personas, el consumo máximo será de 8,100 l/día, equivalente a 243,000 l/mes.
- **Agua cruda.** Debido a la naturaleza del Proyecto se consumirá agua cruda para diferentes actividades, las cuales se indican a continuación: *i) limpieza de baños portátiles o baños químicos*, 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 personas), a estos sanitarios se les brindará mantenimiento dos veces por semana, actividad que será realizada por un proveedor, el cual contará con las acreditaciones y permisos pertinentes (no se utilizará agua proveniente de pozos o cuerpos de agua que se encuentren dentro del sitio del Proyecto y/o sitios aledaños al Proyecto); *ii) irrigación de caminos de acceso y áreas de maniobra de maquinaria y equipo*, con el propósito de evitar y/o minimizar la proliferación de polvo, esta actividad se realizará principalmente durante le época seca, para lo cual se requerirán 20,000 litros de agua cruda por semana aproximadamente; *iii) sanitarios y lavamanos en las casetas de obra*, que serán emplazados en el Proyecto durante la fase de



construcción. Por otra parte, el agua cruda será provista por medio de camiones cisternas que llevarán el agua al sitio de la construcción, en donde será almacenada en un tanque superficial y llenado según se requiera.

- **Energía eléctrica:** Durante la fase de construcción la energía eléctrica será proporcionada por pequeñas plantas a diésel que se ubicarán en los lugares en donde se requieran. Será obligatorio que estos equipos cumplan con los requisitos de seguridad eléctrica. El uso que se le dará a la electricidad será para iluminación y funcionamiento de equipos eléctricos en las casetas de obra, funcionamiento de herramientas, y alumbrado general del área del Proyecto.

El Proyecto requerirá mano de obra no calificada, mano de obra calificada y mano de obra especializada. La cantidad y estancia de cualquier tipo de mano de obra dependerá de la etapa en que se encuentre la construcción del Proyecto. En términos generales, la mano de obra no calificada se requiere desde la etapa de preparación del sitio y durante todo el proceso constructivo, pero en diferentes cantidades sujeto a la intensidad de la obra. La mano de obra calificada, que incluye mayormente a personal para actividades de rescate y reubicación de especies de flora y fauna silvestre, personal de supervisión de obras, operarios de equipos, armadores, carpinteros, albañiles, se requiere en diferentes etapas, siendo estos trabajadores los que cumplen sus ciclos laborales con mayor frecuencia. El Proyecto también requerirá de mano de obra altamente calificada para el gerenciamiento y administración del Proyecto. Por último, la mano de obra especializada se necesita en las etapas de montaje de los módulos fotovoltaicos y en la puesta en marcha de todos los equipos del Proyecto. Los siguientes párrafos indican, de manera estimativa, las cantidades de mano de obra por categoría que se utilizará en este Proyecto.

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 2,700 personas, en la fase final de construcción un mínimo de 500 personas. De manera general, el tipo de mano de obra necesaria se presenta en el **Cuadro 2.8**.



Cuadro 2.8 Tipo de mano de obra necesaria para el desarrollo del Proyecto.

Puesto de trabajo	Observación
Gerente de Proyecto	Mano de Obra Calificada
Gerencia especializada en construcción	
Control de Proyecto	
Coordinador de Seguridad e Higiene	
Coordinador de Medio Ambiente	
Geotecnología	
Diseño geométrico de caminos	
Construcción de infraestructura	
Supervisor de obra	
Asistentes de oficina	
Topografía	
Movimiento de tierras	Mano de Obra No Calificada
Capataces	
Fuerza laboral general	
Servicios (seguridad y limpieza)	

Para llevar a cabo las actividades de la etapa de construcción, es necesario el uso de maquinaria y equipo y vehículos para las diferentes actividades, cuyo mantenimiento será de tipo preventivo y correctivo, y consistirá básicamente en el cambio de aceite y cambio de autopartes que se requieran por desgaste de uso. En el **Cuadro 2.9** se presenta un listado estimado de vehículos y número de vehículos y maquinaria que serán utilizados durante la etapa constructiva del Proyecto.

Cuadro 2.9 Maquinaria y vehículos que serán necesarios para el desarrollo del Proyecto durante la etapa de construcción.

MAQUINARIA Y VEHÍCULOS	Unidades
Telejander - manitou	26
Minicargadora - Bobcat	7
Camión pluma	5
Camión 3/4	10
Máquina de tendido	19
Excavadora	10
Excavadora mixta	7



MAQUINARIA Y VEHÍCULOS	Unidades
Camión bañera - dumper	8
Camión de volteo	15
Bulldozer	7
Rulo compactador	5
Placa vibradora	8
Motoniveladora	7
Camión pipa	4
Grúa de 80 ton	2
TOTAL	140

Durante las últimas actividades de construcción y como parte de la etapa de abandono del sitio, se retirará la maquinaria y obras provisionales que se encuentren en el sitio del Proyecto una vez terminadas todas las obras permanentes, producto de esta limpieza se generarán residuos (madera y/o acero y lámina, residuos de concreto) que se recolectarán para su adecuada disposición final durante las actividades de limpieza del área.

Por la ubicación geográfica y características del Proyecto, no es necesaria la realización de dragados. Tampoco será necesario utilizar material explosivo.

II.2.4. Operación y mantenimiento

La etapa de Operación consiste en la generación de energía eléctrica, al incidir la radiación solar sobre los módulos fotovoltaicos que se encontrarán sobre estructuras móviles de metal en el terreno.

Cuando las celdas de los módulos fotovoltaicos reciben la radiación solar, se energizan y producen corriente eléctrica directa. La corriente eléctrica directa generada es enviada hacia los inversores/transformadores, los cuales se encargan de transformar la corriente directa en corriente alterna (en el inversor) y elevar el voltaje (en el transformador) de la corriente. Luego la corriente es enviada a la red de distribución desde donde será conducida hacia la red eléctrica.



En total, el Proyecto comprende la instalación de 14,830 estructuras fotovoltaicas, 1,334,640 módulos y 30 módulos por string, para una potencia nominal de 427.08 MWp. El Proyecto generará hasta 998.87 GWh/año que serán inyectados al SEN de México.

Durante la fase de operación, no se generarán emisiones a la atmósfera, ya que para la generación de energía eléctrica no se utilizará ningún tipo de combustible fósil, ni biomasa. Toda la energía será producida por medio de módulos fotovoltaicos de tipo policristalino. El único recurso utilizado es agua para la limpieza de los paneles.

Los tipos de mantenimiento que se pueden presentar son los siguientes: preventivos, correctivos y predictivos.

El mantenimiento preventivo tiene como objetivo evitar las interrupciones del Proyecto, mejorando la calidad y continuidad en su operación, y es consecuencia de las inspecciones programadas:

- Mantenimiento de camino de acceso y áreas de maniobra de maquinaria y equipo:
 - Limpieza de cunetas y alcantarillas, dos veces al año.
 - Bacheos menores, cada cinco años.
- Mantenimiento de los circuitos internos del Proyecto:
 - Inversores.
 - Red de media tensión.
 - Subestación eléctrica.
 - Material: lubricante, fluido hidráulico, filtros de aceite.
- Mantenimiento de los generadores fotovoltaicos:
 - Remoción de polvo.

El mantenimiento correctivo es el que se realiza en condiciones de emergencia, de aquellas actividades que quedarán fuera del alcance del mantenimiento preventivo, buscando tener recursos a fin de lograr el menor tiempo de interrupción. Este tipo de



mantenimiento no es deseable, ya que afecta los índices de disponibilidad del Proyecto y las principales causas de fallo podrán ser las siguientes:

- Falla de alguno de los componentes.
- Fallas en el sistema de control.
- Fallas por condiciones climáticas adversas.
- Fallos en la red.

El mantenimiento predictivo tiene la finalidad de combinar las ventajas de los dos tipos de mantenimiento anteriores, para lograr el mismo tiempo de operación y eliminar el trabajo innecesario, lo cual exige mejores técnicas de inspección y medición para determinar las condiciones del Proyecto, con un control más riguroso que permita la planeación correcta y efectuar las inspecciones y pruebas necesarias. Las principales actividades de mantenimiento se mencionan a continuación.

- **Inspección mayor.** Deberá realizarse al menos con una frecuencia de una vez por año. Esta revisión deberá hacerse a detalle en cada elemento de los componentes y considerar factores externos susceptibles de ocasionar fallas.
- **Inspección menor.** Podrán realizarse con una periodicidad de seis meses. Es importante mencionar que esta es una inspección visual del estado general, de cada componente.

Se contará con personal administrativo y de vigilancia permanente en las instalaciones. El personal administrativo será responsable de la supervisión de la operación de la planta fotovoltaica y el monitoreo de los parámetros de generación eléctrica para identificar a tiempo cualquier falla o anomalía que pudiera presentarse.

Adicionalmente, será necesario el control periódico de la vegetación alrededor de los paneles, mediante su poda a un metro del suelo para evitar el sombreado de los paneles. En las áreas libres de la propiedad se permitirá el crecimiento natural de la vegetación.

Los recursos utilizados durante la etapa de operación-mantenimiento del Proyecto, serán:



- **Agua:** Durante la fase de operación, el personal que laborará en la planta es dos a cuatro personas por turno, por lo que se estiman 8 personas máximo al día. Se requerirá agua cruda para distintos usos y agua potable para consumo humano. A continuación se indica el volumen de agua requerida y el destino que se le dará:
 - a) **agua potable:** bajo esta premisa, y considerando las estimaciones de consumo de agua potable por persona y que el número máximo de personas que laborará durante la fase de operación no será mayor a 8 personas por día (4 personas por turno) se estima un consumo diario promedio de 3 l/persona/día, el volumen promedio de agua potable será de 24 litros por día. Los garrafones de agua potable comerciales tienen un volumen promedio de 20 l, y considerando el volumen promedio de consumo de agua potable por persona, se estima un consumo diario menor de 2 garrafones por día. Los garrafones serán alquilados a un proveedor, no serán desechables, minimizando la generación de residuos sólidos.
 - b) **agua cruda:** Durante la fase de operación entrarán en funcionamiento sanitarios permanentes, los cuales estarán equipados con ahorradores. Se estima que el consumo de agua cruda para uso de sanitarios y lavamanos es de 5 a 9 l/persona/descarga. Para el mantenimiento de los módulos fotovoltaicos los paneles requieren lavado, que puede utilizar aproximadamente 2000 - 4000 litros de agua por MWp de paneles al año. En zonas con altos niveles de precipitación anual, esta cantidad puede ser menor. Sin embargo, para el Proyecto, se estimado que el sistema de limpieza de los módulos fotovoltaicos sea de sólo 1 litro por año por módulo, lo que equivale aproximadamente a 1,334 m³ por año.
- **Energía eléctrica:** Durante la fase de operación se utilizará energía eléctrica para los equipos de cómputo y de control de la planta, así como para la iluminación del edificio técnico-administrativo y alumbrado externo. Con base en la información suministrada por el desarrollador el consumo de electricidad del Proyecto es aproximadamente de 120 Kw/h. Sin embargo, una vez que entre en operación el Proyecto, se abastecerá a sí mismo, sin embargo, se podría utilizar la red eléctrica local como respaldo.



- **Alcantarillado (aguas servidas):** Para la etapa operativa se estima que se producirá aproximadamente el 80% del consumo de agua de los trabajadores. El sistema de recolección y tratamiento de las aguas servidas será diseñado según la legislación nacional pertinente con el fin de impactar lo menos posible el medio ambiente. Por otro lado, el agua utilizada para la limpieza de los módulos, escurrirá al suelo permeable debido a la pendiente de la superficie y el remanente en los módulos fotovoltaicos deberá secarse para evitar marcas de goteo que podrían disminuir la eficiencia del módulo a largo plazo. Los paneles no contaminan el agua ya que son totalmente cerrados, es el mismo caso para las estructuras, de tal modo que el agua utilizada únicamente se espera que tenga partículas de polvo.

Durante la fase de operación el manejo del agua de escorrentía (agua de lluvia) será conducida a través de canaletas internas. Éstas colectarán el agua de lluvia y la descargarán en los escurrimientos naturales adyacentes. Cabe señalar que se construirán desarenadores, que colectarán los sedimentos suspendidos en el agua que será conducida.

- **Limpieza de módulos fotovoltaicos.** La limpieza de los módulos fotovoltaicos se realizará con un sistema semiautomático de limpieza que consiste en un camión pequeño que tiene un brazo hidráulico, el cual lleva un rodillo que emite vapor, y al girar, va limpiando los módulos. El consumo de agua de este sistema es 0.5 l por módulo, a diferencia de los 4.5 l de agua que comúnmente son usados con la limpieza manual.

Los principales componentes del sistema semiautomático de limpieza de los módulos son: [i] *Sistema de aproximación*, que posiciona el brazo hidráulico dentro del espacio de trabajo, en las cercanías de la estructura de los módulos fotovoltaicos; [ii] *Sistema de posicionamiento*, que controla la distancia entre la herramienta de limpieza (rodillo) y el módulo fotovoltaico a limpiar, absorbiendo las oscilaciones generadas por el vehículo en movimiento, permitiendo realizar la limpieza de manera segura y sin el riesgo de dañar los módulos; [iii] *Herramienta de limpieza*, que es el rodillo que combina la proyección de vapor de agua sobre la superficie de los módulos, de



manera uniforme, con temperatura y presión adecuadas; [iv] *Sistema de control*, que incluye todos los dispositivos necesarios que gobiernan al sistema de posicionamiento para mantener, sin variación, la distancia de separación entre la herramienta de limpieza y los módulos; y [v] *Sistema de abastecimiento*, que incluye el depósito de agua en el camión, así como el sistema de tratamiento y depuración del agua, de forma previa a la alimentación del generador de vapor.

La frecuencia de las limpiezas de los módulos fotovoltaicos se estima en dos eventos por año, cada uno con duración de 2 a 3 meses, fuera de la época de lluvias. En la **Figura 2.19** se muestra una foto de este sistema semiautomático de limpieza.



Figura 2.19 Sistema semiautomático de limpieza de los módulos fotovoltaicos.

En referencia a la mano de obra, la etapa operativa requerirá de la contratación de personal para diferentes labores; subestación, mantenimiento de los módulos, mantenimiento de la línea de conexión, entre otros. Por tanto se calcula que para la fase operativa del Proyecto, será necesario contratar entre 4 y 8 personas de manera permanente, aunque en ciertas actividades de mantenimiento puede aumentar hasta 30 dependiendo de la actividad.

El Proyecto contratará preferiblemente personal de la zona, pero en el caso de no encontrarse mano de obra suficiente o especializada se contratará personal de otras localidades.

Durante las etapas de preparación y construcción, todo vehículo y maquinaria será sometido a programas de mantenimiento preventivo y de control de emisiones y durante la operación, se llevará a cabo la limpieza, revisión y reparación de la superficie de rodamiento del camino de acceso, áreas de maniobra de maquinaria y equipo, la limpieza del drenaje superficial, el mantenimiento de la señalética, mantenimiento de las instalaciones y el mantenimiento de infraestructura eléctrica.

II.2.5. Abandono del sitio

El período de abandono incluye un proceso completo de un año, inicialmente se retiran los equipos, cableado y la infraestructura del Proyecto, se continúa con la limpieza del sitio y por último se llevan a cabo las actividades de restauración y revegetación, así como todas aquellas medidas de mitigación establecidas para esta etapa.

En la etapa de abandono del sitio (post-operación) del Proyecto, se ejecutará el Plan de Cierre del mismo, que consistirá en la ejecución de los planes y actividades que permitan el retiro de infraestructura, la restauración y reforestación de la superficie ocupada por la planta fotovoltaica y que permitan la recuperación paulatina del sitio.

Algunas consideraciones importantes para esta etapa son:

- Para la fase de cierre se utilizará la misma maquinaria y vehículos pesados que se usaron en la fase de construcción.
- Durante la fase de cierre se usará agua cruda para riego de caminos de ingreso e interiores, riego de vegetación durante época seca, sanitarios y lavamanos. Se requerirá de agua potable para consumo humano.
- Las aguas residuales que se generarán durante esta fase son las provenientes de baños e inodoros, se utilizarán baños portátiles en esta fase.



- Durante esta fase se realizará una restauración de las áreas intervenidas, y una de las actividades más relevantes es la re inserción del sitio intervenido al área rural. Por ello, se desmantelarán estructuras y se demolerán instalaciones, y estas áreas serán revegetadas. Para esta actividad se requerirá de agua cruda, para regar las zonas que estén en proceso de restauración.
- Durante la fase de cierre del proyecto se requerirá mano de obra calificada y mano de obra no calificada en diferentes disciplinas y especialidades. La mano de obra no calificada, al igual que en la fase de construcción, en su mayoría provendrá de las comunidades cercanas al proyecto. Se estima que el número máximo de personal que estará laborando durante esta fase asciende aproximadamente a 30 personas.

II.2.6. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos líquidos y emisiones a la atmósfera

En todas las etapas del Proyecto, se generan residuos sólidos urbanos por la actividad humana, los cuales serán dispuestos en contenedores estratégicamente distribuidos e identificados por tipo de residuo dentro de las instalaciones del sitio. Los residuos serán recolectados y serán enviados para su disposición final cumpliendo con las disposiciones municipales en materia de residuos sólido urbanos.

Los residuos generados durante la construcción de cemento o concreto, serán responsabilidad del contratista que realice estos trabajos, evitando totalmente su disposición inadecuada en sitios con vegetación o en cauces intermitentes; podrán ser entregarlos para su reciclaje o disposición final a una empresa autorizada por las autoridades ambientales.

En cuanto a los residuos peligrosos, es posible que estos se generen a partir del mantenimiento correctivo de vehículos y maquinaria *in situ*, por tal motivo se prevé que esto se realice con los cuidados y técnicas especializadas para no generar impactos al suelo natural por contaminación de aceites y/o grasas. Se almacenarán los residuos peligrosos generados de manera temporal por un periodo no mayor a seis meses como lo marca el Artículo 106, Fracción VII, de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), en el Almacén temporal de Residuos Peligrosos ubicado dentro del



predio del Proyecto y el cual cumplirá con los requisitos establecidos en el Artículo 82 del Reglamento de la LGPGIR. Se llevará una bitácora del manejo (recolección, almacenamiento y disposición final) de este tipo de residuos generados en el sitio del Proyecto. Los residuos peligrosos serán entregados a una empresa autorizada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y subcontratada por la Promovente, para su disposición final.

Es importante mencionar que no se permitirá la disposición de ningún tipo de residuo en terrenos o cuerpos de agua aledaños al predio, con el fin de evitar efectos negativos en vegetación, suelo y escorrentías.

Las principales fuentes de emisión a la atmósfera serán de la maquinaria que laborará en las etapas de preparación del terreno y construcción, como producto de la combustión propia de los vehículos automotores tipo diesel y gasolina. Su afectación se considera puntual y poco significativa por el movimiento de vehículos, sin afectar poblaciones humanas y mitigadas por el riego de caminos, así como a través de la afinación y mantenimiento de las unidades que se utilicen. Estas emisiones serán partículas en un rango de 1 a 100 micras.

Los gases contaminantes emitidos por el funcionamiento de la maquinaria (fuentes de combustión móvil y estacionaria) y vehículos serán los siguientes: monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NOx) y bióxido de azufre (SO₂). Sin embargo, como medida de control de las fuentes móviles, se aplicará un programa de mantenimiento de maquinaria y equipo.

Por la distancia a los asentamientos humanos, con respecto de los sitios de la mínima emisión de ruido por el Proyecto, se estima que no existirá afectación a los ciudadanos y habitantes de las poblaciones cercanas. Los operadores de la maquinaria y supervisores usarán equipo de control de emisiones de ruido (auditivo personal), con el objeto de evitar posibles daños.



II.2.7. Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos.

El manejo que se le dará a residuos generados durante las diferentes etapas del Proyecto se presenta de manera resumida en el **Cuadro 2.10**.

Cuadro 2.10 Relación de residuos que podrían ser generados por etapas del Proyecto

Clasificación del residuo	Tipo de residuo	Fuente de generación del residuo	Almacenamiento/disposición
Residuos sólidos municipales	Residuos Vegetales	Generados por el desmonte y despalme del sitio durante su preparación inicial.	El material del desmonte será almacenado a granel en cantidades que permitan su buen manejo para ser reutilizado en actividades de restauración o acondicionamiento de áreas de recuperación o áreas de reubicación de los ejemplares rescatados. Este tipo de material será almacenado temporalmente en áreas abiertas dentro del predio del Proyecto (ver plano de obras).
	Residuos sólidos urbanos (orgánicos e inorgánicos)	Resultado de la basura generada por las actividades humanas.	Estos residuos se almacenarán temporalmente en un lugar designado para tal fin dentro del campamento de obra y en total cumplimiento con los requisitos legales ambientales aplicables para este tipo de áreas. Se trasladará al sitio autorizado por el municipio para su disposición final.
Residuos de manejo especial	Concreto y escombros	Resultado de la cimentación de postes y tuberías	Estos residuos se almacenarán temporalmente en un lugar designado para tal fin dentro del campamento de obra y en total cumplimiento con los requisitos legales ambientales aplicables para este tipo de áreas. La disposición final de los residuos se hará fuera del predio del Proyecto y a través de empresas especializadas subcontratadas por el Promovente, y autorizadas para dicha actividad por las autoridades ambientales.

Clasificación del residuo	Tipo de residuo	Fuente de generación del residuo	Almacenamiento/disposición
<p>Residuos peligrosos</p>	<p>Aceites y lubricantes gastados, grasas, filtros de aceite y gasolina gastados, así como estopas impregnadas, escorias de soldadura</p>	<p>Resultado del mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria en operación.</p>	<p>Estos residuos se almacenarán temporalmente en un lugar designado para tal fin dentro del campamento de obra y en total cumplimiento con los requisitos legales ambientales aplicables para este tipo de áreas (de acuerdo con la LGPGIR y su Reglamento). El manejo de ellos (recolección, registro en bitácora, almacenamiento y etiquetado) también se realizará en cumplimiento con los requisitos establecidos en la regulación ambiental.</p> <p>La recolección, transporte y disposición final de los residuos se hará fuera del sitio del Proyecto y a través de empresas especializadas subcontratadas por el Promovente y autorizadas para dicha actividad por las autoridades ambientales.</p>



II.2.8. Otras fuentes de daños

El Proyecto representa una modificación importante al paisaje del sitio debido al retiro de la vegetación y por la inclusión de los generadores o paneles fotovoltaicos que pudieran generar un efecto de espejo de agua para la fauna especialmente de algunas aves, impacto evaluado en el presente documento, sin embargo el sitio será cercado y se acondicionaran estructuras antipercheo, como parte de las medidas de mitigación, para evitar que ingresen y que se desplacen por lo tanto a los paisajes similares que se encuentran alrededor y donde existen remanentes de vegetación similar a la del sitio del Proyecto, por lo que el Proyecto no tendrá mayores afectaciones u otras fuentes de daños a los componentes del ambiente.



CONTENIDO

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS NORMATIVOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTO JURÍDICOS APLICABLES-----	4
III.1 Ordenamientos Ecológicos Territoriales-----	4
III.1.1 Plan de Ordenamiento Ecológico General del Territorio -----	4
III.2 Información Sectorial-----	13
III.2.1 Programa Sectorial de Energía 2013-2018-----	13
III.2.2 Prospectiva del Sector Eléctrico 2012-2026-----	17
III.2.3 Planes y Programas de Desarrollo (Nacional, Estatal y Municipal)-----	22
III.3 Otros Instrumentos de Planeación-----	29
III.3.1 Áreas Naturales Protegidas -----	29
III.3.2 Regiones Terrestres Prioritarias-----	32
III.3.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias-----	33
III.4 Análisis de los instrumentos normativos que rigen el proyecto-----	36
III.4.1 Constitución política de los estados unidos mexicanos-----	36
III.4.2 Ley Orgánica De La Administración Pública Federal-----	38
III.4.3 Leyes Federales-----	39
III.5 Reglamentos de Leyes Federales -----	45
III.6 Normas Oficiales Mexicanas-----	51
III.7 Vinculación general con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación de uso de suelo-----	57



ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1. Estrategias de las UAB 110 Bolsón de Mapimí sur. -----	6
Cuadro 3.2. Ficha técnica de la UAB 110 Bolsón de Mapimí Sur.-----	12
Cuadro 3.3. Vinculación de las estrategias PSE (2013-2018) con el Proyecto. -----	15
Cuadro 3.4. Objetivos específicos del plan estatal de desarrollo 2011-2017 de Coahuila y su vinculación con el proyecto. -----	24
Cuadro 3.5. Líneas de acción, propuesta de proyectos estratégicos prioritarios y vinculación con el Proyecto para el municipio de Viesca. -----	26
Cuadro 3.6. Vinculación del proyecto con el plan de desarrollo municipal (Pdm) VIESCA 2011-2017. -----	28
Cuadro 3.7. Distancia de las ANP cercanas al Proyecto.-----	30
Cuadro 3.8. Distancia de las RTP cercanas a las obras proyectadas. -----	33
Cuadro 3.9. Regiones Hidrológicas Prioritarias cercanas al área del proyecto. -----	33
Cuadro 3.10. Relación de normas que se observarán durante el desarrollo del proyecto. ---	52



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Unidad Ambiental Biofísica (UAB).-----	11
Figura 3.2. Resumen del programa de subestaciones 2012-2026 en el POISE-CFE.-----	19
Figura 3.3. Capacidad de Transmisión Entre Regiones (MW) 2010. -----	21
Figura 3.4. Áreas Naturales Protegidas cercanas a las obras proyectadas. -----	31
Figura 3.5. Regiones Terrestres Prioritarias cercanas al área del proyecto. -----	34
Figura 3.6. Regiones Hidrológicas Prioritarias cercanas al área del proyecto. -----	35



III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS NORMATIVOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTO JURÍDICOS APLICABLES

En este capítulo se hace mención de la vinculación que presenta el Proyecto "Villanueva Solar" (en lo sucesivo "el Proyecto") con la normatividad, leyes, reglamentos y demás estatutos que se establecen los instrumentos de planeación aplicables a la región en la que se ubica el Proyecto.

III.1 Ordenamientos Ecológicos Territoriales

III.1.1 Plan de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

El ordenamiento ecológico se concibe como un proceso de planeación cuyo objetivo es encontrar un patrón de ocupación del territorio que maximice el consenso y minimice el conflicto entre los diferentes sectores sociales y las autoridades en una región. A través del proceso de ordenamiento ecológico se generan, instrumentan, evalúan y, en su caso, modifican las políticas ambientales con las que se busca lograr un mejor balance entre las actividades productivas y la protección al ambiente.

El proceso de ordenamiento ecológico da inicio con la firma de un convenio de coordinación en el que se establecen los siguientes compromisos:

- Integrar el comité de ordenamiento ecológico, asegurándose la representación de los sectores público, privado y social.
- Generar el modelo de ordenamiento ecológico y las estrategias ecológicas que formarán parte del programa de ordenamiento ecológico.
- Establecer la bitácora ambiental.

Con el ordenamiento ecológico, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) busca impulsar un esquema de planeación ambiental encaminado



hacia el desarrollo sustentable. Dentro de este esquema se promueve la vinculación y la integralidad de la toma de decisiones en los tres órdenes de gobierno sobre los temas que afectan el patrón de ocupación del territorio, así como la participación de la sociedad y la transparencia en la gestión ambiental.

Con fundamento en el artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPA, última reforma DOF. 28 de septiembre de 2010), la propuesta del programa de ordenamiento ecológico está integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a ésta regionalización.

La base para la regionalización ecológica, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (UAB), empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).

La Región Ecológica que corresponde al territorio donde se pretende desarrollar el proyecto "Villanueva Solar" es la **9.24** compuesta por la Unidad Ambiental Biofísica **110. Bolsón de Mapimí sur** localizada al Sur de Coahuila.

110. Bolsón de Mapimí sur

Presenta una superficie de 36,334 km², cuenta con una población total de 1,533,601 habitantes y no incluyen población indígena.

El Estado del medio ambiente en el 2008 (de acuerdo a la ponderación del POEGT) fue Inestable. Conflicto Sectorial Bajo. Baja superficie de ANP's. Alta degradación de los



Suelos. Media degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km²): Baja. El uso de suelo es de Otro tipo de vegetación-Agrícola: Sin información. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 38.4. Baja marginación social. Alto índice medio de educación. Medio índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola altamente tecnificada. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.

El escenario hacia el año 2033 es Crítico a Muy crítico, su política ambiental es de Aprovechamiento Sustentable y Preservación con prioridad de atención baja. Véase el Cuadro 3.1 donde se muestra la ficha técnica.

Cuadro 3.1. Estrategias de las UAB 110 Bolsón de Mapimí sur.

ESTRATEGIAS UAB 110		APLICACIÓN DE LOS CRITERIOS ESTABLECIDOS EN EL ORDENAMIENTO
<i>Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio</i>		
A) Preservación	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.	Se aplicarán medidas de prevención, mitigación y compensación a fin de evitar, minimizar o resarcir los posibles impactos que se ocasionen sobre los ecosistemas y su biodiversidad como consecuencia del desarrollo del proyecto. De manera previa al inicio de actividades para la construcción del proyecto, se realizará en su caso, un Programa de Rescate de especies de Flora y Fauna con estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010; especies de lento crecimiento y difícil regeneración; especies de lento desplazamiento y/o especies con valor ecológico
	2. Recuperación de especies en riesgo.	Dentro del programa de rescate se realizará reubicación de elementos de flora y fauna teniendo especial atención con todas las especies presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de escasa presencia en la zona. Previo a las actividades de desmonte y despalme se llevarán a cabo actividades de Rescate de Fauna Silvestre



ESTRATEGIAS UAB 110		APLICACIÓN DE LOS CRITERIOS ESTABLECIDOS EN EL ORDENAMIENTO
<i>Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio</i>		
		que pudieran ser afectadas, y durante la construcción se realizarán recorridos en el área del proyecto para rescatar individuos que pudiesen haber retornado, o haberse introducido en el área del proyecto.
	3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	Con el presente documento, se contribuye a la realización del conocimiento y análisis del sistema ambiental y biodiversidad del área de estudio, a partir de la caracterización del entorno en donde se realiza una descripción del área de estudio y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto.
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	El proyecto "Villanueva Solar" es una alternativa de producir energía eléctrica fotovoltaica de manera sostenible, aprovechando de manera eficiente un recurso, no considerado totalmente en su potencialidad y disponibilidad, que es la radiación solar. Por otro lado este tipo de aprovechamiento sostenible, genera un mínimo de residuos, todos ellos degradables y/o reutilizables. El proyecto no contempla el aprovechamiento de recursos naturales de la tierra, la radiación solar aunque es una fuente de energía exógena a los ecosistemas, es parte esencial del funcionamiento de éstos, y por tanto se puede afirmar que este proyecto es sostenible.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	El proyecto no prevé aprovechamiento agrícola ni pecuario, solamente infraestructura eléctrica. Sin embargo, cualquier actividad humana de algún modo requiere de energía eléctrica, por pequeña que sea, de este modo el proyecto se alinea con esta estrategia porque coadyuva a la certidumbre de satisfacer la demanda futura de energía.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	El proyecto no prevé aprovechamiento de los recursos forestales.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	Los impactos a la flora y a la fauna, causados por la implementación del proyecto no suponen una alteración hacia el funcionamiento de la cuenca hidrológico-forestal ya que se incluyen en el presente estudio las medidas necesarias para evitar efectos negativos significativos, tal y como se detallara en capítulos posteriores. Incluso desde la perspectiva del área de estudio, desde el momento de la selección del sitio se consideraron criterios ambientales sísmica, geología
	8. Valoración de los servicios ambientales.	



ESTRATEGIAS UAB 110		APLICACIÓN DE LOS CRITERIOS ESTABLECIDOS EN EL ORDENAMIENTO
<i>Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio</i>		
		estructural, petrofísica, yacimientos, producción y social con el objetivo de mínimo impacto ambiental y menores factores de riesgo.
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas.	Para proteger los ecosistemas la Promovente implementará medidas preventivas y de mitigación a los impactos ambientales que pudieran ocurrir con el desarrollo del proyecto, entre los cuales destacan: Todo el personal que labore en la obra deberá recibir capacitación de concientización y acatar indicaciones de no cortar, colectar o dañar ningún ejemplar de flora o fauna silvestre. Se establecerán reglamentaciones internas que eviten cualquier afectación derivadas de las actividades del personal, sobre las poblaciones de flora y fauna silvestre y especialmente sobre aquellas que se encuentran bajo algún estatus de protección, de acuerdo al listado establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se taparán las excavaciones a cielo abierto, para evitar que animales como roedores y reptiles caigan en ellas. No deberán ejecutarse trabajos de remoción, que pudieran afectar al hábitat de la fauna en áreas fuera de la superficie autorizada.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	Las obras no prevén uso de agroquímicos ya que únicamente se trata de infraestructura eléctrica. Sin embargo se resalta que en las actividades de desmonte y despalme no se utilizarán herbicidas y ningún tipo de biocida.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	En caso de que la presente solicitud de cambio de uso de suelo de terrenos forestales sea autorizada, el proyecto coadyuvará con esta estrategia, ya que se pagarán los derechos para el Fondo Forestal destinado a programas de compensación ambiental.
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.	La aplicación de productos del Servicio Geológico Mexicano como cartas, informes técnicos y publicaciones, anuario estadístico etcétera, es usado en el presente estudio como parte del marco de referencia para la descripción del área de estudio.
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	El proyecto es de infraestructura eléctrica, por lo que no se prevén directamente acciones relacionadas con actividades mineras.



ESTRATEGIAS UAB 110		APLICACIÓN DE LOS CRITERIOS ESTABLECIDOS EN EL ORDENAMIENTO
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	<p>31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.</p>	<p>El proyecto es de infraestructura eléctrica, y el área en que se ubican las obras del proyecto, no se localizan en zonas urbanizadas por lo que no se prevén directamente acciones de tipo urbano o metropolitano., dado lo anterior los servicios requeridos (sanitario, energía eléctrica y agua potable) necesarios durante el desarrollo del proyecto, serán proporcionados por las compañías contratistas que desarrollen los trabajos.</p> <p>Por otro lado el proyecto coadyuvará en esta estrategia al contribuir a satisfacer la demanda futura de energía eléctrica para este propósito.</p>
	<p>32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.</p>	<p>El proyecto es de infraestructura eléctrica, por lo que no se prevé relación con acciones de expansión urbana.</p>
E) Desarrollo Social	<p>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.</p>	<p>El proyecto es de infraestructura eléctrica, por lo que no se prevén acciones directas de participación social, agroalimentario. Sin embargo de manera indirecta el proyecto coadyuva a promover la diversificación de las actividades agropecuarias debido a la generación de energía eléctrica fotovoltaica, que es un insumo de producción en estas actividades.</p>
	<p>37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.</p>	<p>Se contratarán habitantes de las localidades próximas al área del proyecto, favoreciendo la inclusión de personal femenino en las áreas pertinentes. Puesto que la Promovente es una empresa que no discrimina el género ni el origen étnico de sus empleados, integra a sus fuerzas laborales a todo aquél que esté capacitado para ser parte de la empresa.</p>
	<p>40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades</p>	<p>El proyecto es de infraestructura eléctrica, de modo que no realiza campañas relacionadas al</p>

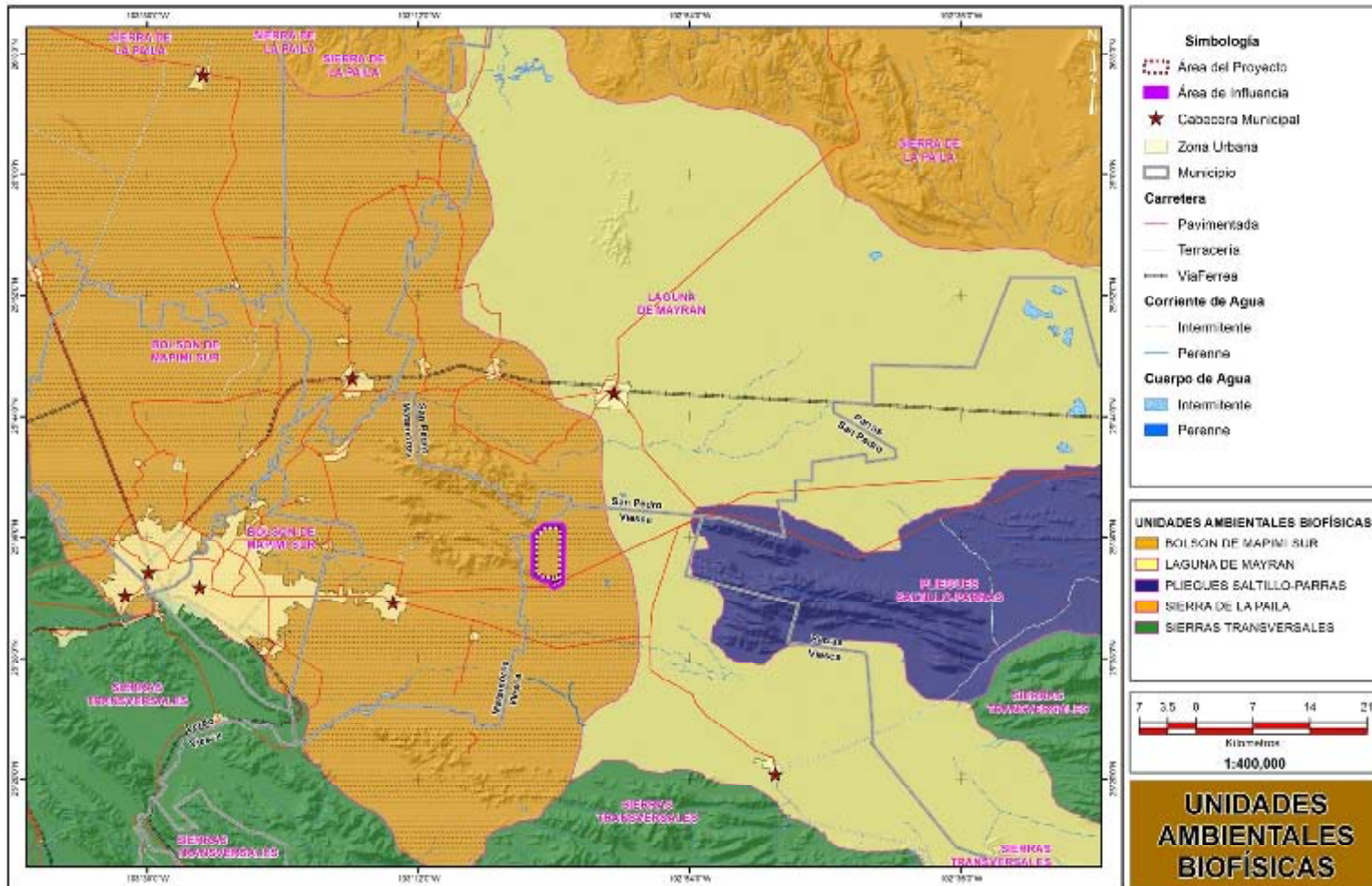


ESTRATEGIAS UAB 110		APLICACIÓN DE LOS CRITERIOS ESTABLECIDOS EN EL ORDENAMIENTO
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
	de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones 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.	desarrollo social de adultos mayores.
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	El proyecto es de infraestructura eléctrica, de modo que no realiza actividades de protección social.
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.	El proyecto respeta la propiedad rural y ejidal al no realizar obras fuera del área proyectada. Está prohibido realizar trabajos fuera de la superficie autorizada, por lo que no se invadirán terrenos privados o ajenos al proyecto.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. 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.	El proyecto es de infraestructura eléctrica, por lo que no se prevé relación con órganos de catastro rural ó de planeamiento territorial.

Fuente: Diario Oficial de la Federación 7 de Septiembre del 2012, recuperado el 06/05/2016.



Figura 3.1. Unidad Ambiental Biofísica (UAB).



La UAB presenta reactores de desarrollo de Preservación de Flora y Fauna, junto con Ganadería y Minería.

Las estrategias que desarrolla esta UAB son las presentes en el Cuadro 3.2, en donde se observan estrategias dirigidas a lograr la Preservación de Flora y Fauna.

Cuadro 3.2. Ficha técnica de la UAB 110 Bolsón de Mapimí Sur.

UAB	RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIADOS DEL DESARROLLO	OTROS SECTORES DE INTERÉS	ESTRATEGIAS SECTORIALES
110	Preservación de Flora y Fauna	Ganadería- Minería	Agricultura- Desarrollo Social	Forestal	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 31, 32, 36, 37, 40, 41, 42, 43, 44

Fuente: *Diario Oficial de la Federación del 7 de Septiembre del 2012, recuperado el 21/05/2013.*

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

Por lo anterior, es importante señalar que los promotores del desarrollo en términos del POEGT, en lo que se incluye la Promovente, no tienen prerrogativa alguna para llevar a cabo sus actividades en la UAB o región de que se trate. Aquellas dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF) que no estén consideradas como promotores del desarrollo, podrán realizar sus actividades en las unidades que corresponda, en la medida en que las mismas se ajusten a lo que dispone este Programa en su ámbito de aplicación, y observen lo establecido en otros instrumentos de planeación vigentes y la normatividad aplicable a las actividades referidas.



III.2 Información Sectorial

III.2.1 Programa Sectorial de Energía 2013-2018

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, establece en su Artículo 25 que corresponde al Estado, la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, en aras de fortalecer la Soberanía de la Nación y su régimen democrático. Conforme a los Artículos 27 y 28 de dicha Ley y en lo dispuesto en el Artículo 33 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, corresponde a la Secretaría de Energía establecer y conducir la política energética del país, en la que se enmarca entre otros, el aprovechamiento de los bienes y recursos naturales que se requieran para generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación del servicio público.

En cumplimiento a lo anterior se elaboró El Programa Sectorial de Energía 2013 – 2018, como el instrumento de planeación que ofrece información confiable de la situación actual a nivel nacional e internacional, así como una proyección de la expansión que se prevé en nuestro país en los próximos años para apoyar la toma de decisiones estratégicas dentro del Sector Energético.

Dentro de este contexto el sector eléctrico, en palabras del Presidente de la República, es considerado uno de los de mayor importancia para el futuro del país por ser palanca del desarrollo industrial y regional. Por tal motivo, además de proveer la energía que demandan actualmente las actividades productivas, también debe tener las condiciones necesarias para asegurar un abasto en cantidad y precios adecuados y de esta manera fortalecer la seguridad energética de México, que es una prioridad para incrementar nuestra soberanía e impulsar la competitividad nacional.

Al respecto, al mes de septiembre de 2013 la capacidad instalada en el Sector Eléctrico Nacional se ubicó en 64,860 megawatts (MW), (64% CFE y 36% permisionarios), presentándose un ascenso a 53,601 MW en la capacidad efectiva de generación en el



servicio público de energía eléctrica (76.83% CFE y 23.17%) de los Productores Independientes de Energía (PIE).

No obstante lo anterior, se menciona que en los próximos 15 años el requerimiento será de alrededor de 50 gigawatts (GW) de capacidad adicional, esto para poder satisfacer el incremento de la demanda del sistema, considerando que existen limitaciones para cubrir fallas, indisponibilidad de combustibles y otros eventos críticos, además de un elevado número de plantas de generación que rebasan su vida útil, por lo que la estabilidad y confiabilidad en la operación del sistema muestra fragilidad en algunos puntos.

Ante tal escenario el Programa Sectorial de Energía se vincula con el proyecto en sus objetivos 2, 3 y 4 (Cuadro 3.3).



Cuadro 3.3. Vinculación de las estrategias PSE (2013-2018) con el Proyecto.

OBJETIVO	ESTRATEGIAS	LINEAS DE ACCIÓN	VINCULACION AL PROYECTO
<p>Objetivo 2: Optimizar la operación y expansión de infraestructura eléctrica nacional. Beneficios: •Reducción de costos. •Confiabilidad del suministro. •Diversificación de la matriz energética.</p>	<p>Estrategia 2.1 Desarrollar la infraestructura eléctrica nacional, con criterios de economía, seguridad, sustentabilidad y viabilidad económica.</p> <p>Estrategia 2.2 Disponer de infraestructura eléctrica en las mejores condiciones para proveer el servicio con estándares de seguridad, calidad y eficiencia.</p>	<p>Línea de acción 2.1.1 Planear la expansión de la infraestructura eléctrica nacional conforme al incremento de la demanda, incorporando energías limpias, externalidades y diversificación energética.</p> <p>Línea de acción 2.1.2 Expandir la infraestructura, cumpliendo con las metas de energía limpia del Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables.</p> <p>Línea de acción 2.2.1 Mantener, modernizar y rehabilitar la infraestructura eléctrica para optimizar la operación del sistema.</p>	<p>El proyecto es vinculante con la presente estrategia al consistir en una obra de infraestructura eléctrica (parque solar) que contribuirá al desarrollo y expansión de la infraestructura eléctrica nacional.</p> <p>Cumple con el criterio de sustentabilidad al contemplar acciones de mitigación y compensación que las actividades por la ejecución del proyecto pudieran generarse sobre el ambiente.</p> <p>El proyecto mantendrá un constante mantenimiento de la infraestructura que permitirá optimizar la operación del sistema garantizando la eficiencia del mismo.</p>
<p>Objetivo 3: Desarrollar la infraestructura de transporte que permita fortalecer la seguridad de provisión de energéticos, contribuyendo al crecimiento económico. Beneficios: •Integración regional energética. •Impulso al desarrollo nacional. •Apoyo al crecimiento económico y social.</p>	<p>Estrategia 3.1 Desarrollar la infraestructura de transmisión eléctrica para incrementar el mallado de la red, su redundancia y la reducción de pérdidas.</p>	<p>Línea de acción 3.1.2 Implementar un programa de expansión y fortalecimiento de la red de transmisión que reduzca el número de líneas en estado de saturación de larga duración.</p> <p>Línea de acción 3.1.3 Expandir el mallado de la red de transmisión incrementando su capacidad, flexibilidad, y el aprovechamiento de las fuentes renovables.</p>	<p>El proyecto es vinculante con la presente estrategia al consistir en una obra de infraestructura eléctrica (parque solar) que contribuirá al desarrollo y expansión de la infraestructura eléctrica nacional.</p>



OBJETIVO	ESTRATEGIAS	LINEAS DE ACCIÓN	VINCULACION AL PROYECTO
Objetivo 4: Incrementar la cobertura de usuarios de combustibles y electricidad en las distintas zonas del país. Beneficios: •Fortalecimiento de la industria productiva. •Desempeño operativo integral. •Servicios energéticos a la población.	Estrategia 4.1 Ampliar la cobertura del servicio eléctrico y homologar sus condiciones de calidad y seguridad de suministro promoviendo la inclusión social.	Línea de acción 4.1.2 Estandarizar la calidad y seguridad en el suministro de energía eléctrica de todo el país.	El proyecto se vincula con la generación de energía eléctrica fotovoltaica de calidad. Asimismo incrementará la cobertura en cuanto a suministro del servicio eléctrico.

Fuente: Programa Sectorial de Energía, UAAAN 2016.



III.2.2 Prospectiva del Sector Eléctrico 2012-2026

El sector energético tiene como objetivo orientar las acciones a la solución de los obstáculos que limiten el abasto de energía, que promuevan la construcción y modernización de la infraestructura del sector y la modernización organizacional tanto de la estructura y regulación de las actividades energéticas, como de las instituciones y empresas del Estado.

Dentro del panorama Nacional, el sector eléctrico mexicano presentó cambios importantes en su marco legal y regulatorio acordes con la política energética nacional, entre ellos la publicación de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE), el 28 de noviembre de 2008. Con el objeto de regular el aprovechamiento de fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias, fue modificada de acuerdo a la política energética nacional con el fin de contar con un sector eléctrico más sustentable. Aunado a ello la publicación el 1 de junio de 2011 en el Diario Oficial de la Federación (DOF) de un decreto que reforma la LAERFTE en sus Artículos 3, 10, 11, 14 y 26, destacando la reforma al Artículo Segundo transitorio donde se establece que: Para efectos de la Fracción III del Artículo 11 de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, la Secretaría de Energía fijará como meta una participación máxima de 65% de combustibles fósiles en la generación de energía eléctrica para el año 2024, del 60% en el 2035 y del 50% en el 2050.

Bajo consideración de que la confiabilidad de un sistema eléctrico depende de su capacidad para satisfacer la demanda máxima de potencia (MW) y el consumo de energía (GWh), se analiza el consumo nacional partiendo del 2011, cuando el consumo nacional de energía eléctrica se ubicó en 229,318 Gigawatt-hora (GWh), representando un incremento de 7.2% con respecto al 2010. Asimismo, el suministro de energía eléctrica creció 2.9%, al extenderse la cobertura a más de 35.3 millones de usuarios.

Las ventas internas de electricidad se incrementaron 7.7% respecto al año anterior, ubicándose en 202,226 GWh, 57.8% corresponde al sector industrial y el restante 26% el



sector residencial. Respecto al consumo autoabastecido de energía eléctrica en 2011 presentó un incremento de 3.6% con respecto a 2010, situándose en 27,092 GWh. En materia de conducción, la red de transmisión y distribución incrementó 2.6%. Lo anterior implicó un aumento de 21,136 km con relación a 2010, alcanzando una longitud total de 845,201 km. En cuanto a la capacidad instalada en subestaciones y transformadores ésta registró un incremento de 2.2 %, con ello el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) alcanzó 269,662 MVA. La generación total de energía eléctrica en 2011, incluyendo la participación privada se ubicó en 292,018 GWh. Esto representó un incremento de 5.9% respecto al año anterior. La generación de energía eléctrica en el servicio público representó 88.7% del total; es decir, 259,155 GWh.

a) Programas de obras e inversiones del Sector eléctrico 2012-2026 (POISE-CFE)

La información descrita en los siguientes apartados mantiene su relevancia para con el proyecto "Villanueva Solar" en respuesta al aumento en la demanda de energía eléctrica en el país para los próximos años, considerando que la construcción del parque solar hará frente a la demanda de energía eléctrica, incrementando la confiabilidad de suministro y garantizando la seguridad operativa.

Estas obras también permitirán suministrar energía a menor costo de operación, reducirán la energía no suministrada a los consumidores debido a fallas en el sistema, adicionalmente reducirá las pérdidas de energía e incrementará las ventas de la misma. Además de promover la creación de empleos en el ámbito regional, fomento a la industria de construcción y de equipos especializados y fomento a la inversión directa nacional.

● Expansión de la red de transmisión en el Sistema Eléctrico Nacional

El programa de obras multianual de CFE contempla la instalación de 45,623 MVA de capacidad de transformación en subestaciones, en el periodo 2012 – 2026, con 11,794 MVA con recursos presupuestales y 33, 829 como proyectos de Infraestructura Productiva de Largo Plazo (Figura 3.2). Asimismo señala que el monto total de inversión necesario para



atender el servicio público de energía eléctrica en el periodo es de 1,533, 359 millones de pesos de 2011, con la siguiente composición: 51.9% para generación, 14.2% en obras de transmisión, 20% para distribución, 13.3% en mantenimiento de centrales y 0.6% para otras inversiones.

Figura 3.2. Resumen del programa de subestaciones 2012-2026 en el POISE-CFE.

Año	Subestaciones MVA				Total
	400 kV	230 kV	Subtotal 400 y 230 kV	161-69 kV	
2012	330	1,073	1,403	70	1,473
2013	1,725	533	2,258	60	2,318
2014	2,460	965	3,425	60	3,485
2015	3,125	1,750	4,875	60	4,935
2016	4,450	2,333	6,783	510	7,293
2017	1,325	2,278	3,603		3,603
2018	2,175	1,948	4,123	200	4,323
2019	1,000	1,467	2,467	30	2,497
2020		1,485	1,485	20	1,505
2021	1,300	633	1,933		1,933
2022		1,805	1,805	13	1,818
2023	2,625	943	3,568	43	3,611
2024	1,875	1,858	3,733	13	3,746
2025	2,000	1,083	3,083		3,083
2026					
Total	24,390	20,154	44,544	1,079	45,623

Fuente: POISE-CFE 2012-2026.

● Capacidad de Transmisión entre Regiones

El Programa de Obras de Transmisión y Transformación 2006 – 2016 está compuesto de aproximadamente 3,400 proyectos, los cuales se clasifican en líneas de transmisión, subestaciones y elementos de compensación en los niveles de tensión de 69 kV a 400 kV.

La red eléctrica principal de transmisión se ha desarrollado tomando en cuenta la magnitud y dispersión geográfica de la demanda, así como la localización de las centrales generadoras. En ciertas áreas del país, los centros de generación y consumo de electricidad se encuentran alejados entre sí, por lo cual su interconexión se ha realizado de manera gradual en la medida en que los proyectos se han justificado técnica y económicamente.



En general, la capacidad de transmisión de los enlaces entre las regiones del sistema depende de manera importante del punto de operación de la demanda y de la capacidad de generación disponible.

En términos generales, la potencia máxima que se puede transmitir por un enlace depende de los siguientes factores:

- Límite térmico de los conductores
- Límite aceptable de voltaje en los extremos del enlace
- Margen de seguridad que permita preservar la integridad y estabilidad del sistema ante la desconexión imprevista de una unidad generadora o de una línea de transmisión

En el caso de la red eléctrica principal nacional, los factores segundo y tercero son los que con mayor frecuencia restringen la potencia máxima de transmisión de los enlaces. El sistema está desagregado en 50 regiones: 42 para el SEN que incluye al área de control Noroeste y 8 para el sistema Baja California. En la Figura 3.3 se muestra la capacidad de transmisión entre regiones 2010.



Figura 3.3. Capacidad de Transmisión Entre Regiones (MW) 2010.



Fuente: Comisión Federal de Electricidad.

Vinculación con el proyecto

El proyecto "Villanueva Solar" es vinculante al POISE considerando que la planificación se efectúa dentro de un balance técnico-económico entre el desarrollo de la generación y la transmisión para lograr la confiabilidad adecuada, a costo mínimo, del suministro de electricidad; además de que con los datos presentados se puede evidenciar la necesidad de expansión del suministro de energía eléctrica en la región, y con ello la importancia que supone la realización del proyecto.



III.2.3 Planes y Programas de Desarrollo (Nacional, Estatal y Municipal)

a) Plan Nacional De Desarrollo 2013-2018

El Plan Nacional de Desarrollo 2013–2018 (PND) responde como el instrumento base de la planeación del Ejecutivo Federal con horizonte de seis años y presenta los principios del gobierno actual junto con sus objetivos y estrategias manteniendo una estrategia clara y viable para avanzar en la transformación de México sobre bases sólidas, realistas y responsables. El PND traza los objetivos de las políticas públicas, estableciendo para ello las acciones específicas para alcanzarlos junto con los indicadores que permitirán medir los avances obtenidos.

El desarrollo del primer apartado de este documento se basa en la perspectiva del cumplimiento del Desarrollo Humano Sustentable entendiéndolo como premisa básica para el desarrollo integral del país, sus objetivos y las prioridades nacionales que habrán de regir la presente Administración. La segunda parte se compone de cinco capítulos que corresponden a los cinco ejes de política pública de este Plan:

- 1. Estado de Derecho y seguridad.**
- 2. Economía competitiva y generadora de empleos.**
- 3. Igualdad de oportunidades.**
- 4. Sustentabilidad ambiental.**
- 5. Democracia efectiva y política exterior responsable.**

Cada uno de los ejes enumerados presenta información relevante de la situación del país en el aspecto correspondiente, a partir del cual se establecen sus respectivos objetivos y estrategias, tomando en cuenta como eje central generar una mayor productividad para llevar a México a su máximo potencial.

De manera específica el proyecto Villanueva Solar se vincula con el PND 2013-2018 en varios de sus objetivos, estrategias y líneas de acción (Cuadro 3.4). Principalmente con el



eje N° 2 Economía competitiva y generadora de empleos, al relacionarse con el desempeño de la economía del municipio donde se ubica el proyecto (Viesca), en el sentido de lograr mayores niveles de competitividad y de generar más y mejores empleos para la población (hecho fundamental para el Desarrollo Humano Sustentable). Del alcance de este objetivo depende un país con mayores capacidades, logrando que México se inserte eficazmente en la economía global, a través de mayores niveles de competitividad y de un mercado interno cada vez más vigoroso.

Tómese en cuenta que la construcción de la Parque Solar que pretende el proyecto funge como soporte directo a varios de los sectores listados en el Plan Nacional de Desarrollo actual impulsando no solo el crecimiento del país generando nuevas fuentes de empleo, sino que además se vincula directamente al desarrollo de la nación al asegurar la eficiencia de producción de energía eléctrica cumpliendo los objetivos de una manera competitiva y sustentable al momento de realizar el presente Estudio Técnico Justificativo y asegurando la realización de sus actividades de manera amigable con el medio ambiente.

b) Plan Estatal de Desarrollo Coahuila de Zaragoza 2011-2017

La visión del Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2011-2017 a cargo del gobernador Rubén Moreira Valdez es que Coahuila sea un estado fuerte que ofrezca oportunidades de empleo productivo y servicios públicos de calidad. Un estado seguro donde se respete la diversidad de ideas y preferencias. Líder en bienestar social que aumente las expectativas de vida y las condiciones de acceso a la felicidad para todos.

Dentro del Plan se reconoce la importancia y necesidad de contar con infraestructura básica, compuesta por las obras e instalaciones que hacen posible el desarrollo económico y social. El proyecto coadyuva en este aspecto fundamental tanto para la articulación del territorio, como para la conexión entre el desarrollo de actividades productivas y el comercio.

Entre otras temáticas enfocadas al desarrollo social, la seguridad, etcétera se encuentran también el fomento a las empresas y el desarrollo de infraestructura, rubros con



los cuales el proyecto se vincula. En el Eje Rector 2 "Una nueva ruta al desarrollo económico" se incluye los objetivos 2.4 y 2.10 citados en el Cuadro 3.4.

Cuadro 3.4. Objetivos específicos del plan estatal de desarrollo 2011-2017 de Coahuila y su vinculación con el proyecto.

EJE RECTOR 2 UNA NUEVA RUTA AL DESARROLLO ECONÓMICO	
OBJETIVOS	VINCULACIÓN
2.4 Fomento a la micro y mediana empresa.	Las inversiones para el sector eléctrico cumplen el objetivo del PED ya que con ello se expandirán las actividades productivas generando beneficios económicos como laborales en los municipios, aun y cuando fuesen de forma temporal en la región donde se establecerán las labores del Proyecto, de manera que la población del municipio se verá beneficiada junto con las micro y medianas empresas colateralmente debido a las actividades del mismo, pretendiendo integrar mayores y mejores redes de distribución eléctrica.
2.10 Infraestructura para el desarrollo.	El proyecto contribuye al abastecimiento de abasto energético considerando que garantizará mayor capacidad de transformación de energía y soporte para abasto local con lo que se buscará consolidar la infraestructura del estado para impulsar el desarrollo económico y la competitividad.

Fuente: Plan Estatal de Desarrollo 2011-2017 Coahuila de Zaragoza, Gobierno del Estado, 2016.

Comprendiendo que el Plan Estatal de Desarrollo 2011-2017 Coahuila es una estrategia de la política de desarrollo territorial que tiene como ejes rectores el beneficio social y el fomento del crecimiento económico a partir de una administración correcta de los recursos, que inicie desde la localización de los asentamientos humanos para su mejor aprovechamiento se determina que el proyecto tiene inferencia directa con el mismo, al fortalecer los corredores de desarrollo económico mediante la prestación del servicio eléctrico, destacando mediante ello en sus funciones al representar gran significancia para la región por ser un detonante y un promotor del crecimiento económico.



c) Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de Coahuila de Zaragoza 2011-2017 (PEDUOT)

Este Programa se publicó el 12 de octubre de 2012 en el Periódico Oficial del Estado, que tiene como objetivo general establecer las disposiciones y lineamientos para avanzar en la distribución equilibrada de la población y de las actividades económicas de la entidad.

De esta manera al ser un instrumento rector en materia de ordenamiento territorial, determina las estrategias para orientar el desarrollo urbano y regional del estado a través de un proceso institucional y participativo de todos los sectores de la sociedad.

El Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de Coahuila de Zaragoza 2011-2017, en adelante PEDUOT establece cuatro políticas para el desarrollo urbano, las cuales están orientadas a optimizar el desarrollo en relación con el aprovechamiento racional de los recursos naturales, el patrimonio ecológico y cultural, y maximizando a su vez el valor agregado regional, generando oportunidades de empleo e ingreso en las regiones.

1. Política de consolidación,
2. Política de fortalecimiento,
3. Política de inclusión,
4. Política de integración territorial.

El municipio de Viesca, donde se encuentra inmerso el Proyecto, se encuentra únicamente en la política de **consolidación** la cual se define como:

“Dar solidez al ordenamiento y mejorar la estructura básica a través de promover el acceso equitativo de la infraestructura y servicios, atendiendo la gestión ambiental urbana en temas como movilidad intraurbana e interurbana, y problemas de contaminación. Se trata de municipios metropolitanos que son nodos neurálgicos para la integración de las dinámicas económicas, sociales, políticas, culturales, de su región y el estado.”



El PEDUOT establece objetivos y lineamientos para propuestas de proyectos estratégicos prioritarios específicos para los municipios que lo conforman, en el Cuadro 3.5 se presentan los referentes al municipio de Viesca donde se ubica el proyecto, así como su vinculación con el mismo.

Cuadro 3.5. Líneas de acción, propuesta de proyectos estratégicos prioritarios y vinculación con el Proyecto para el municipio de Viesca.

VIESCA			
CLAVE	OBJETIVOS	LINEAMIENTOS	VINCULACIÓN
2	Actualización y Alineación de la Normatividad sobre Desarrollo Urbano (DU) y Ordenamiento Territorial (OT)	2F Programa de modernización de la normatividad en materia de DU y OT	Aplica pero no es vinculante con el Proyecto: La promovente respeta y cumple la normatividad aplicable AL DU y OT tal y como lo demuestra el actual documento ETJ.
3	Bases para el Desarrollo Social en Materia de Equipamiento	3A Programa para facilitar el acceso a la educación 3B Programa de mejora del acceso a la salud	El proyecto compete la realización de infraestructura eléctrica para la construcción de una Parque Solar y su línea de transmisión eléctrica de modo que no influye de manera directa en la aplicación, mejoramiento o implementación de programas para el mejoramiento del tejido social, educativo o alimentario. Sin embargo se puede afirmar que al menos de modo indirecto coadyuva a combatir la pobreza y mejorar las capacidades laborales promoviendo empleos aun cuando fuesen de manera temporal en el municipio donde se establecen sus acciones.
9	Combate a la Marginación y a la Pobreza	9A Programa de Combate a Marginación Social 9C Programa de Atención Alimentaria	
11	Aprovechamiento de las Capacidades Laborales	11B Plan maestro para el mejoramiento de la productividad a través de la educación	

Fuente: Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de Coahuila de Zaragoza 2011-2017.

Cabe mencionar que la línea de acción 6E "Proyecto de uso de energía alterna y fomento de proyectos para el establecimiento de parques y granjas de generación de energía solar y eólica", no aplica de manera específica para el municipio de Viesca ya que



está de manera general para todo el estado. Sin embargo, el Proyecto contribuirá de manera directa a su cumplimiento ya que su objetivo es la producción de energía a través de fuentes inagotables produciendo energía eléctrica fotovoltaica de manera sostenible, aprovechando de manera eficiente un recurso, no considerado totalmente en su potencialidad y disponibilidad, que es la radiación solar.

De modo que el Proyecto es compatible con el PEDUOT, bajo consideración que las obras y actividades que pretende realizar no están expresamente prohibidas, ni se contraponen con lo establecido.

d) Plan Municipal de Desarrollo Viesca 2011-2017

El Plan Municipal de Desarrollo de Viesca 2014-2017 refleja la situación actual del municipio, así como los objetivos a alcanzar para los próximos cuatro años, a fin de elevar la calidad de vida de los viesquenses. Para lograr el desarrollo del municipio durante la administración 2014-2017, se presenta la propuesta de impulsar una serie de acciones que permitan transformar al municipio e integrarlo a las nuevas dinámicas de desarrollo de la región, este Plan es producto del análisis de las debilidades, fortalezas, oportunidades y amenazas de Viesca, Coah.

Se propone impulsar una estructura organizacional que la modernización administrativa plantea como herramientas para la construcción de las estrategias de actuación mediante la incorporación de innovaciones que una organización político-administrativa, como lo es la Administración Pública Municipal, requiere promover: Gobernabilidad; Gobernanza; Transparencia; Rendición de cuentas y Participación ciudadana.

La vinculación de los objetivos y líneas de acción del PDM al Proyecto se presentan a continuación en el Cuadro 3.6.



Cuadro 3.6. Vinculación del proyecto con el plan de desarrollo municipal (Pdm) VIESCA 2011-2017.

EJE	OBJETIVO	LÍNEA DE ACCIÓN	VINCULACIÓN
1. Un Nuevo Accionar del Gobierno Municipal Viesquense	<ul style="list-style-type: none"> Instrumentar nuevas estrategias para la Gobernabilidad. Planeación y evaluación de la gestión pública. 	<ul style="list-style-type: none"> Adecuar el marco institucional de la gestión gubernamental a los requerimientos del desarrollo económico y social del municipio. Mejorar la cobertura y calidad de los servicios públicos. 	<p>Las inversiones para el sector eléctrico cumplen con el PMD ya que con ello se expandirán las actividades productivas generando beneficios económicos como laborales en el municipio, aun y cuando fuesen de forma temporal en la región donde se establecerán las labores del Proyecto, además de considerar que la implementación del proyecto en el municipio de Viesca contribuye al suministro de servicios de calidad e infraestructura eléctrica en la región; previendo que el desarrollo económico deberá corresponder con la adopción de una cultura de convivencia armónica con la naturaleza, la cual deberá tener como punto de partida la adopción de nuevos estilos de desarrollo que permitan asentar la calidad de los niveles de vida de la población, no de manera provisional, sino de manera sustentable</p> <p>Así mismo, la Promovente cumple a través de la elaboración de esta MIA-R, con el cumplimiento de todas las legislaciones medioambientales que rigen al proyecto, siendo consciente de la importancia de proteger y promover el cuidado ambiental, considerando también que la fuerza laboral del proyecto la comprenden personas de diferentes sexos, siendo incluyentes en su participación y rechazando cualquier tipo de discriminación entre sus trabajadores.</p>
3 Nueva Forma de Acceder al Bienestar Social en Viesca	<ul style="list-style-type: none"> No discriminación en Viesca Medio ambiente y desarrollo sustentable. Garantizar el derecho que tienen los viesquenses y a Nuestras futuras generaciones de vivir en un ambiente sano. 	<ul style="list-style-type: none"> Mejor atención a los grupos vulnerables Desarrollo integral de la Mujer en Viesca. Promover el uso eficiente y ahorro de energía en el municipio. Promover el aprovechamiento racional, la conservación y la Recuperación del patrimonio natural del municipio. 	



Fuente: plan de desarrollo municipal (Pdm) viesca 2011-2017.

III.3 Otros Instrumentos de Planeación

III.3.1 Áreas Naturales Protegidas

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son el instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad. Un aspecto también importante es que las ANP'S proporcionan un campo propicio para la investigación científica y el estudio de los ecosistemas y su equilibrio.

Éstas son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados. Se crean mediante un decreto presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la **Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente**, su **Reglamento**, el programa de manejo y los programas de ordenamiento ecológico. Están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley.

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (ANP) administra actualmente 174 áreas naturales de carácter federal que representan más de 25,334,353 hectáreas.

Dada la importancia que presentan las ANP, resulta trascendental hacer mención de que la trayectoria del proyecto no afecta de manera total, ni parcial la superficie de ninguna de las Áreas Naturales Protegidas estatales, federales y/o municipales que se encuentran cercanas al área del proyecto en el estado de Coahuila, Durango y el estado colindante de San Luis potosí.

En el Cuadro 3.7 se presentan las Áreas Naturales Protegidas Estatales, Federales y Municipales cercanas al proyecto indicando la distancia y orientación respecto al mismo.



Aunque el proyecto no incide dentro de ninguna en el siguiente cuadro se presentan las más cercanas en un rango de 100 km al centroide del proyecto.

Cuadro 3.7. Distancia de las ANP cercanas al Proyecto.

TIPO DE ANP	NOMBRE	MANEJO	DISTANCIA DEL PROYECTO A LAS ANPS (km)	ORIENTACIÓN
ESTATAL	Cañón de Fernández	Parque Estatal	65.638	SW
	Villa Bilbao	Área destinada a la preservación de los ecosistemas y su biodiversidad de iniciativa voluntaria	11.6	SE
	Tomás Garrido		45.06	SE
FEDERAL	MAPIMI	RB	99.212	NW
MUNICIPAL	Sierra y Cañón de Jimulco	ANP y reserva ecológica	43.544	SW

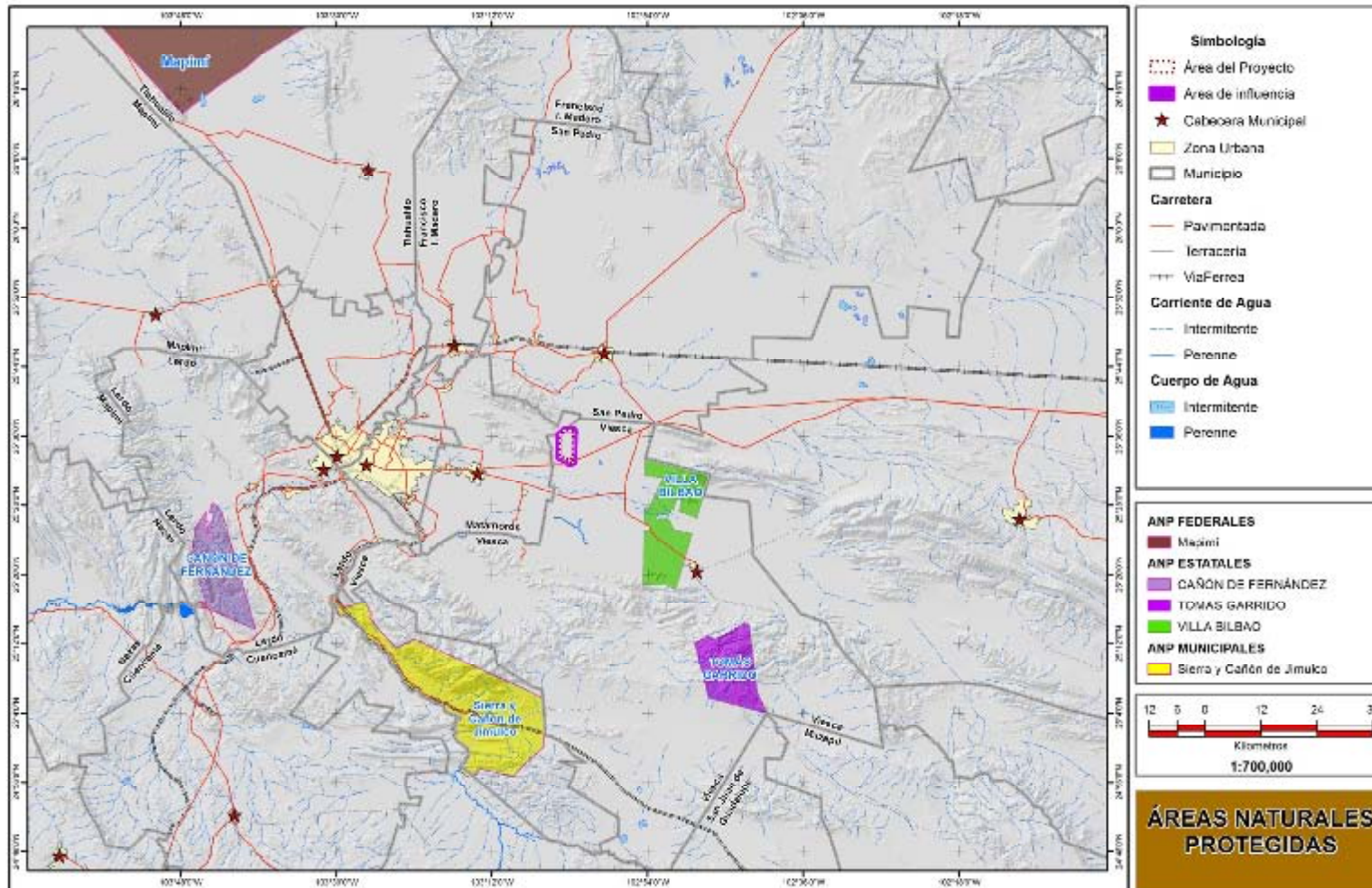
Fuente: elaboración UAAAN, 2016.

El proyecto es congruente con los siguientes objetivos específicos: Apoya la investigación científica que permita profundizar en el conocimiento de la ecología de las ANP's y de esta manera propiciar su conservación y/o recuperación, y promover la implementación de medidas de mitigación y compensación de los impactos causados por actividades extractivas y de otros tipos en el área.

Aunque el proyecto no desarrolla actividades extractivas, sí contribuye a la implementación de medidas, así como también apoya la investigación por medio de la descripción del medio biótico.



Figura 3.4. Áreas Naturales Protegidas cercanas a las obras proyectadas.



III.3.2 Regiones Terrestres Prioritarias

La acelerada pérdida y modificación de los sistemas naturales que ha presentado México durante las últimas décadas requiere, con urgencia, que se fortalezcan los esfuerzos de conservación de regiones con alta biodiversidad. En este contexto, el Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la CONABIO se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad.

El Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

Descritas por iniciativa de la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO), las RTP's tienen como propósito contribuir a integrar una agenda que otorgue dirección a la inversión que las agencias nacionales e internacionales financian en apoyo a las actividades de conservación. De igual forma, este ejercicio se orienta a conformar un marco de referencia que pueda ser utilizado en la toma de decisiones para definir programas que ejecutan los diferentes sectores y niveles de gobierno, considerándolas bajo algún esquema de conservación y de uso sostenible.

El área del proyecto que se pretende realizar no se ubica dentro de ninguna Region Terrestre Prioritaria.



Cuadro 3.8. Distancia de las RTP cercanas a las obras proyectadas.

REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS		
NOMBRE	DISTANCIA DEL PROYECTO A LA RTP (KM)	ORIENTACIÓN
Sierra La Fragua	48.425	NE

Fuente: elaboración UAAAN, 2016.

III.3.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias

En mayo de 1998, la CONABIO inició el *Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias*, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido. Este programa junto con los *Programas de Regiones Marinas Prioritarias y Regiones Terrestres Prioritarias* forma parte de una serie de estrategias instrumentadas por la CONABIO para la promoción a nivel nacional para el conocimiento y conservación de la biodiversidad de México. El proyecto no se ubica dentro alguna Región Hidrológica Prioritaria, sin embargo diríjase al Cuadro 3.9 y Figura 3.6, para obtener información de las Regiones más cercanas al mismo.

Cuadro 3.9. Regiones Hidrológicas Prioritarias cercanas al área del proyecto.

REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS		
NOMBRE	DISTANCIA DEL PROYECTO A LA RHP (KM)	ORIENTACIÓN
Camacho - Gruñidora	73.524	SE
El Rey	40.612	N
Valle Hundido	53.917	NE

Fuente: elaboración UAAAN, 2016.

Las obras proyectadas no interfieren con los objetivos de conservación, debido a que no se presentarán descargas industriales, ni se afectará el uso del agua, del mismo modo que no se incidirá en el uso de recursos acuícolas.



Figura 3.5. Regiones Terrestres Prioritarias cercanas al área del proyecto.

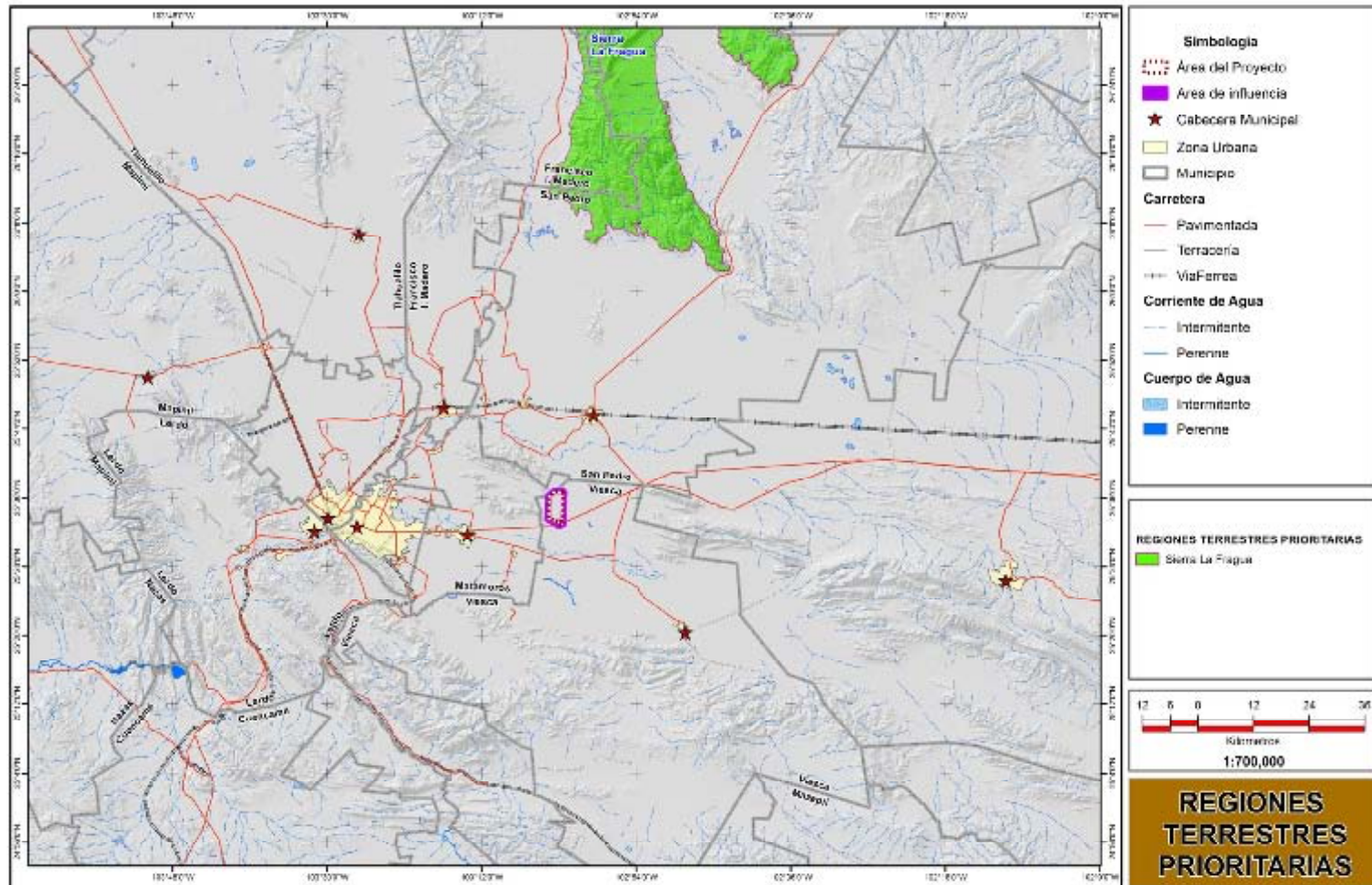
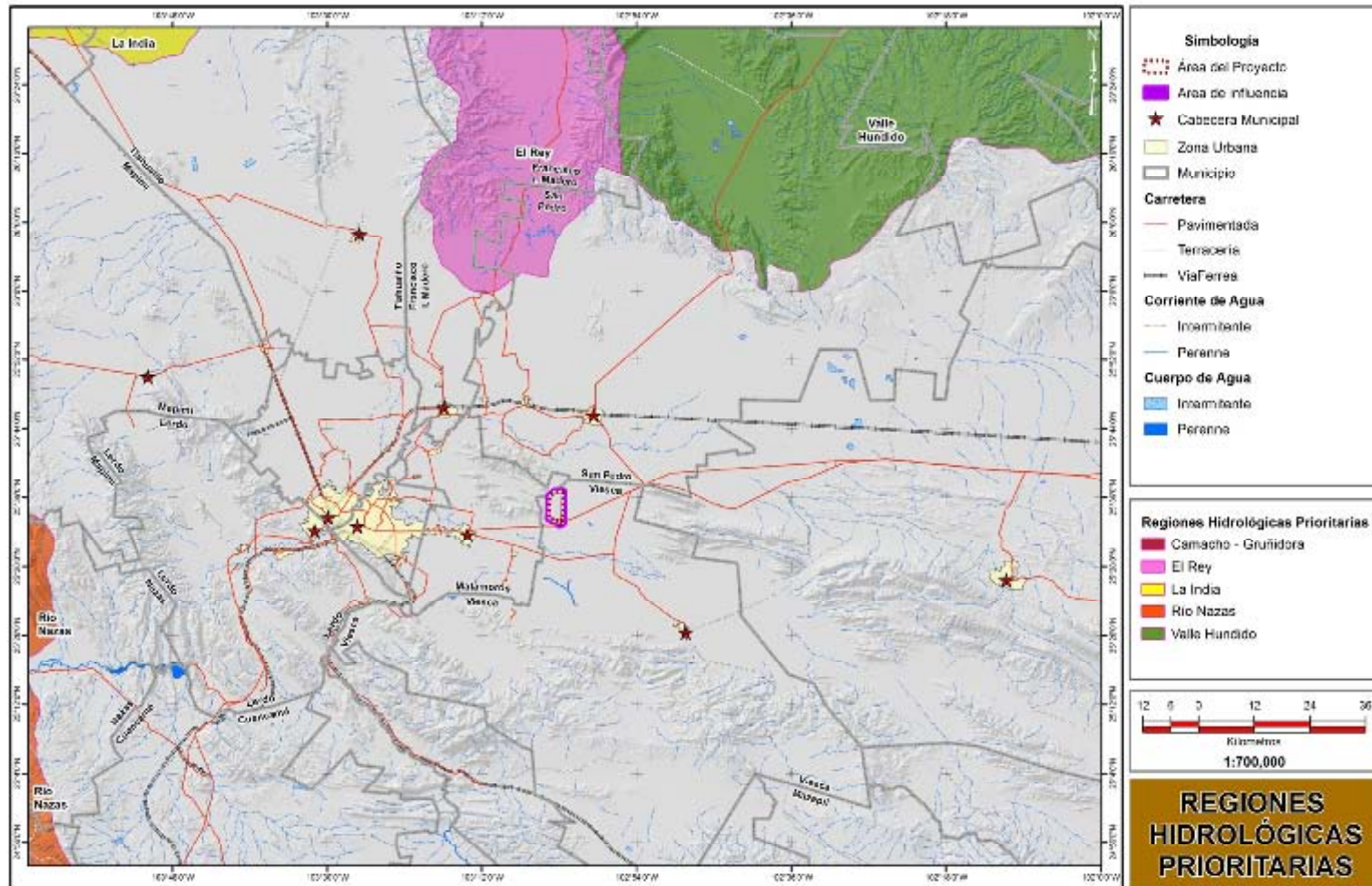


Figura 3.6. Regiones Hidrológicas Prioritarias cercanas al área del proyecto.



III.4 Análisis de los instrumentos normativos que rigen el proyecto

III.4.1 Constitución política de los estados unidos mexicanos

El marco regulatorio del sector eléctrico mexicano tiene como fundamento los Artículos 25, 26, 73 y 123 de la constitución.

Artículo 25. 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 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, cuya seguridad protege esta Constitución. El Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará al cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga esta Constitución. Al desarrollo económico nacional concurrirán, con responsabilidad social, el sector público, el sector social y el sector privado, sin menoscabo de otras formas de actividad económica que contribuyan al desarrollo de la Nación. El sector público tendrá a su cargo, de manera exclusiva, las áreas estratégicas que se señalan en el Artículo 28, párrafo cuarto de la Constitución, manteniendo siempre el Gobierno Federal la propiedad y el control sobre los organismos que en su caso se establezcan.

Así mismo podrá participar por sí o con los sectores social y privado, de acuerdo con la ley, para impulsar y organizar las áreas prioritarias del desarrollo.

Bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando el medio ambiente.



La ley establecerá los mecanismos que faciliten la organización y la expansión de la actividad económica del sector social: de los ejidos, organizaciones de trabajadores, cooperativas, comunidades, empresas que pertenezcan mayoritaria o exclusivamente a los trabajadores y, en general, de todas las formas de organización social para la producción, distribución y consumo de bienes y servicios socialmente necesarios.

La ley alentará y protegerá la actividad económica que realicen los particulares y proveerá las condiciones para que el desenvolvimiento del sector privado contribuya al desarrollo económico nacional, en los términos que establece esta Constitución.

Artículo 26. A. El Estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la Nación. Los fines del proyecto nacional contenidos en esta Constitución determinarán los objetivos de la planeación. La planeación será democrática. Mediante la participación de los diversos sectores sociales, recogerá las aspiraciones y demandas de la sociedad para incorporarlas al plan y los programas de desarrollo. Habrá un plan nacional de desarrollo al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la Administración Pública Federal. La ley facultará al Ejecutivo para que establezca los procedimientos de participación y consulta popular en el sistema nacional de planeación democrática, y los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del plan y los programas de desarrollo. Asimismo, determinará los órganos responsables del proceso de planeación y las bases para que el Ejecutivo Federal coordine mediante convenios con los gobiernos de las entidades federativas e induzca y concierte con los particulares las acciones a realizar para su elaboración y ejecución.

Artículo 27. Establece que, corresponde exclusivamente a la Nación generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público.



Artículo 73. El congreso tiene facultad: Fracción X Para legislar en toda la República sobre energía eléctrica y otras materias de aplicación; así como expedir las leyes del trabajo reglamentarias del artículo 123.

Artículo 123. En particular la fracción XXXI. La aplicación de las leyes del trabajo corresponde a las autoridades de los Estados, en sus respectivas jurisdicciones, pero es de la competencia exclusiva de las autoridades federales en los asuntos relativos a: a) Ramas industriales y servicios: textil, **eléctrica**, cinematográfica, hulera, azucarera, y demás citas en esta Constitución.

El proyecto "Villanueva Solar", se regirá por los principios establecidos en la Constitución Política, en especial atención a los artículos mencionados anteriormente. A consecuencia, se estaría en el supuesto del manejo racional de los recursos atendiendo a las necesidades presentes y futuras en ejercicio de las facultades constitucionales que se le conceden. Así mismo, el Proyecto, favorecerá la conducción de energía eléctrica con el objeto de satisfacer la demanda de energía en el país.

La Promovente a través del proyecto contribuirá para la transmisión de energía eléctrica con el desarrollo de infraestructura eficiente armonizando el desarrollo económico, social y ambiental, a fin de preservar los recursos naturales.

III.4.2 Ley Orgánica De La Administración Pública Federal

Esta Ley establece las bases de organización de la Administración Pública Federal, centralizada y paraestatal.

La Presidencia de la República, las Secretarías de Estado y la Consejería Jurídica del Ejecutivo Federal, integran la Administración Pública Centralizada.

Esta ley es de importancia para con el proyecto por lo que se refiere a la asignación de facultades de las secretarías de Estado particularmente a la Secretaría de Energía quien busca conducir la política energética del país, dentro del marco constitucional vigente,



además de ser la coordinadora del sector energía al ejercer los derechos de la nación sobre los recursos no renovables: petróleo y demás hidrocarburos, petroquímica básica, minerales radiactivos, aprovechamiento de combustibles nucleares para la generación de energía nuclear; así como el manejo óptimo de los recursos materiales que se requieren para generar, **conducir, transformar, distribuir y abastecer la energía eléctrica**, garantizándose así un suministro competitivo, suficiente, de alta calidad, económicamente viable y ambientalmente sustentable de energéticos que se requieren para el desarrollo de la vida nacional, por lo anterior esta Ley es de aplicación al proyecto puesto que es un instrumento normativo directo a la Secretaría de Energía.

III.4.3 Leyes Federales

a) Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente es un instrumento orientado a garantizar la preservación de las medidas de protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas, el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas.

Este ordenamiento es considerado como "ley marco" en materia de protección ambiental y tiene como objetivos principales propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales de manera que sean compatibles con la obtención de beneficios económicos, como se pretende alcanzar con este proyecto.

Así mismo prevé la preservación y restauración de todos los recursos, señalando la necesidad de someter las obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico a la manifestación de impacto ambiental, con el fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos



negativos al medio ambiente e implementar las medidas pertinentes para evitar situaciones que pongan en riesgo el equilibrio ambiental.

Entre los artículos importantes que se destacan para el desarrollo del proyecto se encuentran los artículos 28, fracciones II y VII, junto con el artículo 30

Artículo 28. La Evaluación de 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 pueden causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno 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.

Artículo 30. 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.

Vinculación

El Proyecto "Villanueva Solar", por tratarse de una obra de la industria eléctrica, se vincula con la Fracción II del Artículo 28. Tal situación implica previo a la construcción y operación del proyecto, la elaboración y presentación ante la autoridad federal de una



Manifestación de Impacto Ambiental para su autorización. En este sentido se elaboró la presente MIA-R a fin de obtener la autorización por parte de la Secretaria.

Así mismo, la construcción del Parque Solar que pretende el proyecto se considera una obra de infraestructura para la distribución de energía eléctrica e implicará la remoción de cubierta vegetal, por lo que deberá en su momento considerarse la elaboración de un Estudio Técnico Justificativo para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, a fin de atender lo dispuesto en la Fracción VII del Artículo 28 de la LGEEPA y con lo cual se da estricto cumplimiento a dicho precepto legal.

b) Ley General de Vida Silvestre

Considerando que el objeto de la Ley es determinar la forma en la que actuarán los distintos órdenes de gobierno en la conservación, 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, el Proyecto se somete a evaluación en todas las acciones derivadas de la ejecución del mismo, teniendo que preservar la vida silvestre que pudiera encontrarse impactada por el Proyecto.

De tal suerte que, ante la presencia de obras o actividades que pongan en peligro el objeto de tutela de la Ley, debe atenderse de inmediato el posible desequilibrio que se cause, implementando las políticas acordadas para la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat.

El Villanueva Solar, no contempla el aprovechamiento de vida silvestre a que se refiere en la ley que los regula, y prevé evitar el daño innecesario a plantas y animales silvestres, por lo tanto es congruente con las disposiciones legales, en el sentido de que se procurará el establecimiento de las condiciones necesarias con el objeto de que el proyecto impacte en la menor medida, el bien jurídico que se tutela. Es el principal ordenamiento jurídico vigente en materia de conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre. Para respetar puntualmente esta Ley, como parte del proyecto se realiza un



muestreo de fauna y flora con el objetivo de determinar cuáles son las especies y poblaciones que se encuentran dentro del área de estudio. Luego se determinará cuáles son las especies que se encuentran en peligro de extinción, amenazado o sujeto a protección especial. Se verificará la NOM-059-SEMARNAT-2010. Todo esto tiene la finalidad de respetar la conservación de vida silvestre tal y como lo demanda esta ley.

c) Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos

Esta Ley establece las bases de distribución de competencias entre los tres niveles de gobierno así como la coordinación de éstos para lograr el objeto de la misma mediante una adecuada y eficaz gestión, tratándose de residuos; señala como uno de sus objetos el propiciar el desarrollo sustentable a través de la implementación de programas para la prevención de generación, valorización y gestión integral de los residuos peligrosos, residuos sólidos urbanos y de manejo especial, partiendo del hecho de que quien los genera es responsable de ellos hasta su disposición final en sitios autorizados para ello.

De igual forma, contempla como un instrumento de control y reparación de afectaciones ambientales la prevención de los sitios contaminados con esos residuos y llevar a cabo las medidas necesarias para su remediación. Se incorpora la responsabilidad compartida y manejo integral de los residuos bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social.

De esa forma, la generación de los residuos tanto peligrosos como no peligrosos, en el desarrollo del Proyecto "Villanueva Solar" -desde su implementación hasta su funcionamiento-, se apegará a la regulación que establece esta Ley en sus Artículos 18 y 19, junto con el Artículo 46 Fracción II de su mismo Reglamento y las demás leyes que regulen esta materia, así como las Normas Oficiales Mexicanas que se hayan dictado con el cumplimiento de este particular; así se evidenciará el compromiso del presente proyecto a las disposiciones federales, Normas Oficiales Mexicanas y de los programas estatales que en materia de residuos de manejo especial se expidan en cada una de las entidades federativas involucradas en el Proyecto.



En resumen, el compromiso de esta solicitud es asegurarse del manejo seguro y ambientalmente adecuado de los residuos que genere en los términos señalados en la Ley, puesto que en el Capítulo VI se propone el empleo de medidas de mitigación al impacto ambiental, y sobre todo el respeto por la naturaleza, dentro de las cuales se incluyen medidas para la recolección, transporte, manejo y disposición final de los residuos.

d) Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Esta Ley tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable.

Para dar cumplimiento con esta ley, la Promovente elaborará además de la presente manifestación de impacto ambiental, Estudios Técnicos Justificativos (ETJ) para el cambio de uso de suelo (CUSTF), en cumplimiento del artículo 7, fracción V, de esta ley. Del mismo modo se vincula especialmente con los artículos 16, fracción XX, 117 y 119 al 127 de su Reglamento. El ETJ se apegará a esta Ley, debido a las características de las obras. En este sentido, la promovente deberá cubrir el pago del fondo forestal.

En este sentido, dentro del presente documento (MIA-R) se tienen medidas de prevención, mitigación y compensación, que implican la prevención de daños y/o la restauración de áreas desmontadas y/o afectadas por el proyecto, cumpliendo así con lo estipulado por la presente Ley, en materia de restauración de los ecosistemas forestales y sus recursos.

e) Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica

Esta Ley, cuyo objeto es regular las actividades en las que sólo la Nación puede, generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga como



objetivo la prestación del servicio público. Recalcando que en materia de energía eléctrica no se otorgarán concesiones a los particulares, cediendo a la nación el aprovechamiento a través de la CFE (Comisión Federal de Electricidad), los bienes y recursos naturales que se requieran para dichos fines.

La presente Ley señala en su **Artículo 1**, que corresponde exclusivamente a la nación, generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público.

Además en su **Artículo 4** establece que para los efectos de esta Ley, la prestación del servicio público de energía eléctrica comprende:

II.- La generación, conducción, transformación, distribución y venta de energía eléctrica, y;

III.- La realización de todas las obras, instalaciones y trabajos que requieran la planeación, ejecución, operación y mantenimiento del sistema eléctrico nacional.

Para el cabal cumplimiento de lo anterior se establece en su **Artículo 6**, que la Secretaría de Energía autorizará, en su caso, los programas que someta a su consideración la Comisión Federal de Electricidad, en relación con los actos previstos en el artículo 4°. Todos los aspectos técnicos relacionados con la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica serán responsabilidad exclusiva de la comisión federal de electricidad.

Artículo 25.- La Comisión Federal de Electricidad deberá suministrar energía eléctrica a todo el que lo solicite, salvo que exista impedimento técnico o razones económicas para hacerlo, sin establecer preferencia alguna dentro de cada clasificación tarifaria.

El presente proyecto, se rige por los principios establecidos en esta Ley, y en su caso del Reglamento (así como también aquel que suscribe en materia de aportaciones); de forma que se dé un manejo racional de los recursos atendiendo a las necesidades presentes y futuras, sin poner en riesgo el patrimonio nacional.



f) Ley de la Comisión Reguladora de Energía

Esta Ley es un órgano desconcentrado de la Secretaría de Energía, quien goza de autonomía técnica, operativa, de gestión y de decisión en términos de esta Ley. Tal y como se suscribe en el Artículo 2° de esta Ley, la Comisión tiene por objeto promover el desarrollo eficiente de las siguientes actividades:

- I. El suministro y venta de energía eléctrica a los usuarios del servicio público;
- II. La generación, exportación e importación de energía eléctrica, que realicen los particulares;
- III. La adquisición de energía eléctrica que se destine al servicio público;
- IV. Los servicios de conducción, transformación y entrega de energía eléctrica, entre las entidades que tengan a su cargo la prestación del servicio público de energía eléctrica y entre éstas y los titulares de permisos para la generación, exportación e importación de energía eléctrica;

En el cumplimiento de su objetivo, la Promovente contribuirá a salvaguardar la prestación de los servicios públicos, fomentará una sana competencia, protegerá los intereses de los usuarios, propiciará una adecuada cobertura nacional y atenderá a la confiabilidad, estabilidad y seguridad en el suministro y a la prestación de los servicios. La presente MIA-R coadyuvará con la Comisión Reguladora de Energía al contribuir a una adecuada cobertura del servicio de la energía eléctrica, respetando y cumpliendo lo estipulado por esta Ley.

III.5 Reglamentos de Leyes Federales

La presente manifestación de impacto ambiental no transgrede ninguna de las disposiciones en los siguientes reglamentos, por el contrario se apoya en ellos para realizar las actividades presentes en sus obras.



a) Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental

El presente reglamento se mantiene de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción; tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en materia de evaluación del impacto ambiental (REIA) a nivel federal.

Contiene disposiciones vinculantes al Proyecto Villanueva Solar en lo que respecta al **Artículo 5º**, donde se suscita que quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

Inciso K) Industria Eléctrica.

1. Construcción de plantas nucleoelectricas, hidroelectricas, carboelectricas, geotermoelectricas, eoloelectricas o termoelectricas, 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;

Inciso 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.

El Proyecto Villanueva Solar, aunque no directamente es señalado, es jurídicamente vinculante con el precepto legal tratado, ya que cae dentro de los supuestos enmarcados en el inciso K porque su generación eléctrica es superior a medio MW; y por el inciso O del Artículo 5º antes citado, por lo que para su ejecución se elabora la presente Manifestación de Impacto Ambiental; el cual deberá contar con la correspondiente autorización de la Secretaría en materia de Evaluación de Impacto y Riesgo Ambiental.



Así como también es de su competencia el cumplimiento de los artículos 9, 12, 14, 17, 19, 30, y 47, de este reglamento.

La presente manifestación de impacto ambiental se apega a este reglamento al requerir autorización de las autoridades correspondientes, y posteriormente realizando un estudio técnico justificativo.

b) Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre

El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General de Vida Silvestre. Se realizará observancia del Título Tercero, de las disposiciones generales para la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre. Así como también el Artículo 12.- Las personas que pretendan realizar cualquier actividad relacionada con hábitat, especies, partes o derivados de la vida silvestre y que conforme a la Ley requieran licencia, permiso o autorización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, presentando la solicitud correspondiente conforme lo señalado en este reglamento.

La Promovente realizará una solicitud de estudio técnico justificativo para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, respondiendo a lo estipulado en el Artículo 121.

El proyecto no pretende realizar ningún tipo de aprovechamiento de flora o fauna, por el contrario, el proyecto prospecta que antes de ejecutar las obras, se identificarán las especies en general, y de manera especial las que se encuentren en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, a fin de rescatarlas y no incurrir en ninguna de las especificaciones de la Ley y el presente Reglamento, las especies que se encontraron en el área del proyecto están enlistadas en el capítulo IV. Asimismo, se desarrollarán una serie de actividades y medidas de mitigación que ayuden a la conservación del área, estas medidas se mencionan amplia y detalladamente en el Capítulo VI de este documento.



c) 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 Residuos. En las diferentes etapas que comprende la construcción del proyecto se generarán diversos residuos, entendiéndose por residuo cualquier material generado en los procesos de transformación, producción, consumo, utilización o control cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

Estos residuos se agrupan como residuos peligrosos y no peligrosos.

Residuos no peligrosos: todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características no son corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y biológico -infecciosos y no representan un peligro para el equilibrio ecológico.

Residuos peligrosos: Son todos aquellos residuos en cualquier estado físico que por sus características: corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico – infecciosas, representan un peligro para el equilibrio ecológico y el ambiente.

Los residuos que se generaran con las obras proyectadas son primordialmente no peligrosos, en su mayoría domésticos y los generados con las obras de construcción como herramientas de desecho, de concreto, de madera, acero, etcétera. Estos residuos no peligroso tendrán una disposición ya sea en el basurero municipal, previa autorización por la autoridad competente, o en almacén temporal de rehúso.

Los Residuos peligrosos que se generarán son envases, telas y estopas impregnadas, aceites quemados, combustibles, baterías usadas. Estos residuos serán tratados de acuerdo a la Norma y serán dispuestos en un almacén temporal.

El proyecto "Villanueva Solar " se vincula con el Reglamento especialmente con su Artículo 13.- Las normas oficiales mexicanas que determinen las especificaciones y directrices que se deben considerar al formular los planes de manejo, establecerán criterios generales que, respecto de estos planes de manejo, orienten su elaboración, determinen las etapas que cubrirán y definan la estructura de manejo, jerarquía y responsabilidad



compartida entre las partes involucradas. Los residuos generados serán dispuestos de acuerdo a la normatividad vigente.

d) Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de instrumentos de política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y de sus recursos, así como su conservación, protección y restauración. El actual Reglamento establece que los terrenos forestales seguirán considerándose como tales aunque pierdan su cubierta forestal por acciones ilícitas, plagas, enfermedades, incendios, deslaves, huracanes o cualquier otra causa. Así mismo del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en los artículos 119 a 127 plantea el procedimiento, requisitos y tiempos establecidos para la autorización de esta actividad; además rige el aprovechamiento de materias primas derivadas del cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

El proyecto estará en observancia del presente reglamento para dar cumplimiento en tiempo y forma de las especificaciones contenidas en los artículos mencionados, dando importancia principalmente a la información requerida para la autorización de este instrumento.

e) Reglamento Interno de SEMARNAT en Materia de Autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales

El reglamento interno de la SEMARNAT publicado el 22 de noviembre de 2004 en su capítulo séptimo, se refiere a las atribuciones de las Direcciones Generales encargadas de salvaguardar los recursos naturales, mediante el diseño de normas, criterios e instrumentos que apoyen la adopción de tecnologías ambientalmente sustentables en los sectores de energía y actividades extractivas.



Referente a las atribuciones de la Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos, en sus fracciones VI y IX, indica que corresponde a la dirección autorizar, suspender, revocar, anular y nulificar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para obras de los tres niveles de gobierno.

f) Reglamento de la Ley de Obras públicas

El presente Reglamento tiene por objeto establecer las disposiciones que propicien el oportuno y estricto cumplimiento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas.

La Promovente se vincula especialmente a los artículos 3 y 5. Deberá llevar una bitácora de obras donde se dé seguimiento y control de la elaboración de las mismas. En general se deberá llevar a cabo el estricto procedimiento que se estipula en el Reglamento a fin de brindar transparencia y legalidad en el desarrollo de una obra pública, como son la construcción de las obras proyectadas.

g) Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión del Ruido

Para los fines de este Reglamento, se entiende por: fuerza emisora de ruido: Toda causa capaz de emitir al ambiente ruido contaminantes. Las emisiones de ruido serán únicamente las que generen los vehículos y la maquinaria utilizados los cuales estarán por debajo de los límites máximos permisibles de acuerdo con los parámetros estipulados en la Norma Oficial Mexicana 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, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 13 de enero de 1995.

De acuerdo con el Reglamento, las fuentes móviles deberán acatar principalmente el artículo 29 citado a continuación.



Artículo 29: Para efectos de prevenir y controlar la contaminación ambiental originada por la emisión de ruido, ocasionada por automóviles, camiones, autobuses, tracto-camiones y similares, se establecen los siguientes niveles permisibles expresados en dB (A).

Peso Bruto Vehicular	Hasta 3,000 kg	Más de 3,000 kg y hasta 10,000 kg.	Más de 10,000 kg
Nivel Máximo Permissible dB (A)	79	81	84

Las emisiones de ruido no deberán ser mayores a lo estipulado por este reglamento.

III.6 Normas Oficiales Mexicanas

Las Normativas Oficiales Mexicanas en materia ecológica que aplican al sector eléctrico y para el caso específico del presente proyecto se listan y detallan en el Cuadro 3.10.



Cuadro 3.10. Relación de normas que se observarán durante el desarrollo del proyecto.

CATEGORÍA	ÁREA	NORMA	REGULACIÓN	VINCULACIÓN
Agua	Descargas residuales	NOM-001-SEMARNAT-1996	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	En el proyecto las aguas residuales provenientes de sanitarios portátiles y las generadas por actividades domésticas serán tratadas, recolectadas y transportadas por compañías especializadas en el manejo de estas, con el fin de evitar la contaminación a suelos y cuerpos de agua. Es muy importante recalcar que en todas las etapas del proyecto, está presente la indicación de no producir vertidos contaminantes a los cuerpos de agua y cauces.
		NOM-002- SEMARNAT-1996	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal	En este sentido igualmente serán de gran utilidad los baños portátiles, sin embargo no se considera el uso del alcantarillado municipal. No habrá otra fuente de descarga de aguas residuales en la construcción del proyecto.
Aire	Atmósfera	NOM-041-SEMARNAT-2006	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 (DOF-06-03-2007).	La Norma se vincula principalmente con las emisiones provenientes del escape de los vehículos o unidades de transporte que se llegarán a utilizar en el proyecto. Estos vehículos utilizan combustibles fósiles líquidos o gaseosos derivados del petróleo y gas natural, como la gasolina, diesel y gas L. P. Los vehículos generarían temporalmente emisiones a la atmósfera por utilizar motores de combustión interna, emitiendo gases de combustión. Los vehículos serían utilizados en todas las etapas de las obras. Estos vehículos deben encontrarse en óptimas condiciones de operación, lo que garantizará que se reduzcan al máximo sus emisiones contaminantes. El proyecto deberá apegarse a lo especificado por esta Norma.



CATEGORÍA	ÁREA	NORMA	REGULACIÓN	VINCULACIÓN
		NOM-042- SEMARNAT-2003.	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.	Las etapas de preparación del sitio y construcción de Villanueva Solar dispondrán del uso de vehículos y maquinaria que utilizarán como combustible diésel y gasolina. La Promovente establecerá al contratista el compromiso de efectuar y presentar la verificación del parque vehicular, así como los programas de mantenimiento del equipo y maquinaria a utilizar en la obra. Esta será una de las medidas propuestas para evitar y/o reducir las potenciales fuentes de emisiones a la atmósfera.
		NOM-045-SEMARNAT-2006	Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diesel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. (DOF-13-09-2007).	Dentro del proyecto se aplica la Norma principalmente en las etapas de preparación del sitio al hacer uso de vehículos que ayuden a transportar, instalar y desinstalar la maquinaria empleada en las obras como por ejemplo transportes de maquinaria pesada, como grúas, tractores, tractocamiones, retroexcavadora etcétera. El uso de estos vehículos se apegará a lo establecido por esta Norma.
		NOM-047-SEMARNAT-2014	Establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los límites de emisión de contaminantes, provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.	Dentro del proyecto se aplica la Norma principalmente en las etapas de preparación del sitio al transportar la maquinaria empleada en las obras por medio de transportes de maquinaria pesada, como grúas, tractores, tractocamiones, retroexcavadora etcétera, así como también en vehículos de transporte más pequeños, camionetas, autos etc. que utilicen como combustible gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos. El uso de estos vehículos se apegará a lo establecido por esta Norma



CATEGORÍA	ÁREA	NORMA	REGULACIÓN	VINCULACIÓN
		NOM-050- SEMARNAT-1993	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustibles.	Se contempla la aplicación de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo del parque vehicular con motores de diésel, a fin de evitar la emisión de humos por encima de los niveles máximos permisibles estipulados en esta norma, lo cual se aplica en las etapas de preparación del sitio y construcción.
		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 (DOF-13-01-95).	La Norma se aplica a los vehículos particulares o de la empresa que se encargan del transporte del personal. Estos no deberán rebasar los límites máximos permisibles de ruido establecidos por la Norma.
Recursos naturales	Recursos naturales 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 (DOF-30-12-10).	Durante la construcción del proyecto y de ser el caso se deberán rescatar y reubicar todas las especies listadas dentro de esta Norma. Así como también establecer y difundir a todo el personal que durante todas las etapas del proyecto no se debe capturar, perseguir, cazar, coleccionar, traficar ni perjudicar a las especies de flora y fauna silvestres terrestre y acuática que habitan en la zona de estudio y sus alrededores, especialmente sobre aquellas que se encuentren en alguna categoría de protección dentro de la presente Norma. El proyecto se apegará a lo establecido por esta Norma.
Residuos	Residuos peligrosos y contaminación del suelo	NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos (DOF-23-06-2006)	Los residuos peligrosos generados serán tratados de acuerdo a la Norma., así como también se contratarán empresas acreditadas para su transporte y disposición final: para evidenciar el cumplimiento de la Norma se



CATEGORÍA	ÁREA	NORMA	REGULACIÓN	VINCULACIÓN
				deberán presentar documentos de embarque de empresas acreditadas para su manejo.
		NOM-054-SEMARNAT-1993	Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-2005.	La Promovente deberá revisar la norma a fin de no mezclar residuos peligrosos incompatibles de acuerdo a la Norma.
		NOM-011-SCT/2/2012	Condiciones para el transporte de las sustancias y materiales peligrosos envasadas y/o embaladas en cantidades limitadas.	La Promovente deberá contratar compañías especializadas que trabajen bajo las normas a fin de dar el tratamiento adecuado a las sustancias y materiales peligrosos que pudieran generarse en el proyecto.
Trabajo	Seguridad y protección al personal	NOM-001- SEDE-2005	Establece los lineamientos normativos para utilización de instalaciones eléctricas de manera permanente y salvaguardar la seguridad de los usuarios y sus pertenencias. 1.2. Campo de aplicación d) Subestaciones, líneas aéreas de energía eléctrica y de comunicaciones e instalaciones subterráneas. Tiene el propósito de garantizar la seguridad de las personas, animales y los bienes contra los riesgos que puedan resultar de la utilización de las instalaciones eléctricas.	El proyecto Villanueva Solar es vinculante con la presente norma puesto que se llevará a cabo lo establecido en materia, para garantizar la seguridad de quienes laboren en ella, principalmente en la etapa de construcción de las obras electromecánicas, en donde se incluyen: *Circuitos alimentados con una tensión nominal, corriente alterna y corriente continua.*Circuitos, que no sean los circuitos internos de aparatos, por ejemplo: los circuitos de lámparas a descarga, precipitadores electrostáticos.*Todas las instalaciones del usuario situadas fuera de edificios.*Alambrado fijo para telecomunicaciones, señalización, control y similares.*Así como las ampliaciones o modificaciones a las instalaciones, así como a las partes de instalaciones existentes afectadas por estas ampliaciones o modificaciones.
		NOM-001- STPS-2008	Establece las condiciones de seguridad de los edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo para su adecuado	La construcción del proyecto conlleva al diseño de estrategias de trabajo que implican el uso de equipo de protección personal como chalecos y cascos y maquinaria en óptimo estado. Junto



CATEGORÍA	ÁREA	NORMA	REGULACIÓN	VINCULACIÓN
			funcionamiento y conservación, con la finalidad de prevenir riesgos a los trabajadores.	con diseño de las rutas alternas que se utilizarán para el desvío del tráfico normal y transporte de materiales requeridos o que se generen durante la construcción de la obra.
		NOM-005- STPS-1998	Establece las condiciones de seguridad e higiene para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, para prevenir y proteger la salud de los trabajadores y evitar daños al centro de trabajo.	Durante las etapas de preparación y construcción del proyecto, no se manejarán sustancias químicas peligrosas, no obstante se tomarán las medidas necesarias para evitar el derrame de posibles fugas de combustibles y aceites en el suelo por parte de los vehículos y maquinaria afines a la obra.
		NOM-011-STPS-2001	Referente a condiciones de seguridad e higiene en los centro de trabajo donde se genere ruido (DOF-17-04-2002).	La generación de contaminación auditiva será específicamente por los vehículos y maquinaria utilizada que trabajarán por debajo de los límites máximos permisibles estipulados en la Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994. La Promovente deberá observar lo especificado por esta Norma.
		NOM-017-STPS-2008.	Equipo de protección al personal, selección, uso y manejo en los centros de trabajo (DOF-05-11-2001).	Como parte de las condiciones de seguridad personal se encuentra usar el equipo de protección indicado. La Promovente deberá proporcionar el equipo adecuado a todo el personal que trabaje para él.

Fuente: leyes y normas, Normas Oficiales Mexicanas por materia SEMARNAT 2012; Normas Oficiales Mexicana, marco jurídico de la STPS 2012.
SD: Dentro de las Normas Oficiales Mexicanas, en materia de impacto ambiental, no hay aplicables al presente proyecto.



III.7 Vinculación general con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación de uso de suelo

El impacto ambiental es definido, según el artículo 3°, fracción XIX de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), como la "modificación del ambiente por la acción del hombre o de la naturaleza". Bajo este contexto se inscribe el proyecto "Villanueva Solar"; ubicado en el Estado de Coahuila, que de acuerdo a los Artículos 5°, Inciso K, Fracción III del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental.

Para proporcionar todos los elementos técnicos necesarios y, de esa manera, poder realizar un análisis de los posibles impactos y efectos sobre el medio por el desarrollo del proyecto, el presente estudio integra las características particulares de la obra en cuanto a sus dimensiones de desplante, el proceso de su operación, el manejo de sustancias peligrosas y las actividades relacionadas con la prevención, control y disposición de contaminantes. Todo ello, junto a la información del medio físico, natural y social del área de estudio del proyecto; analizando, además, los elementos y condiciones que pudieran condicionar a la realización de medidas especiales para prevenir un desequilibrio ecológico, y que, por lo tanto, requirieran de un tratamiento especial.

Por lo anterior, se justifica la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad regional conforme al formato vigente expedido por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental y, de esa manera, presentarlo ante el área respectiva de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, con la finalidad de obtener la autorización en la materia.



CONTENIDO

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN-----	9
IV.1 Delimitación y justificación del Sistema Ambiental donde pretende establecerse el proyecto-----	9
IV.1.1 Delimitación del área de influencia-----	12
IV.2 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental -----	15
IV.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del Sistema Ambiental-----	15
IV.2.1.1 Aspectos abióticos-----	15
IV.2.1.2 Aspectos bióticos -----	74
IV.2.1.3 Medio socioeconómico -----	145
IV.2.1.4 Paisaje-----	162
IV.3 Diagnóstico Ambiental-----	182
IV.3.1.1 Evaluación de la Calidad Ambiental-----	182
IV.3.1.2 Evaluación multicriterio o clasificación jerárquicas de Saaty-----	187
IV.3.1.3 Ponderación de los criterios-----	188
IV.3.1.4 Criterios de valoración -----	189
IV.3.1.5 Síntesis del inventario -----	190
IV.3.1.6 Zonas relevantes-----	195



ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 4.1. Unidades del Paisaje.	11
Cuadro 4.2. Temperatura media registrada en el Sistema Ambiental del Proyecto.	16
Cuadro 4.3. Precipitación total anual en el Sistema Ambiental del Proyecto.	17
Cuadro 4.4. Evapotranspiración media anual y mensual en el Sistema Ambiental del Proyecto.	19
Cuadro 4.5. Velocidad y dirección del viento en el Sistema Ambiental del Proyecto.	22
Cuadro 4.6. Trayectorias de ciclones tropicales en el Sistema Ambiental del Proyecto.	23
Cuadro 4.7. Unidades litológicas dentro del Sistema Ambiental del Proyecto.	26
Cuadro 4.8. Superficies del Sistema Ambiental por subprovincia fisiográfica.	33
Cuadro 4.9. Determinación de la erosión dominante para las áreas de referencia.	46
Cuadro 4.10. Ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia (<i>R</i>) en las diferentes regiones del país (Cortés, 1991).	50
Cuadro 4.11. Valores del factor (<i>K</i>) para cada tipo de suelo según la clasificación de la FAO.	51
Cuadro 4.12. Valores del factor (<i>C</i>) de acuerdo a la cobertura vegetal.	56
Cuadro 4.13. Intervalos de clases para la erosión hídrica.	57
Cuadro 4.14. Erosión hídrica promedio para cada sistema de referencia.	57
Cuadro 4.15. Distribución de superficie para el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto por clases de erosión hídrica.	58
Cuadro 4.16. Valores de CATEX de acuerdo a la condición calcárea del suelo.	61
Cuadro 4.17. Valores de CAUSO de acuerdo al uso de suelo.	61
Cuadro 4.18. Rangos para las clases de erosión eólica.	63
Cuadro 4.19. Erosión eólica promedio para cada sistema de referencia.	64
Cuadro 4.20. Superficie del Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto distribuida por clases de erosión eólica.	64
Cuadro 4.21. Principales familias de plantas con distribución en el área de estudio.	76
Cuadro 4.22. Equivalencias de los tipos de vegetación empleados en este trabajo.	76
Cuadro 4.23. Vegetación y usos del suelo en el Sistema Ambiental.	78



Cuadro 4.24. Atributos de la vegetación en los estratos arbustivo y herbáceo del matorral crasi-rosulifolio espinoso con matorral subinorme. -----	83
Cuadro 4.25. Atributos de la vegetación en los estratos arbustivo y herbáceo de la vegetación de desiertos arenosos. -----	87
Cuadro 4.26. Atributos de la vegetación en los estratos arbustivo y herbáceo del matorral espinoso. -----	89
Cuadro 4.27. Atributos de la vegetación de las especies arbustivas y herbáceas en el matorral inorme. -----	90
Cuadro 4.28. Atributos de la vegetación de las especies arbustivas y herbáceas en el matorral subinorme. -----	92
Cuadro 4.29. Riqueza de especies, índice de diversidad y equitatividad del estrato arbustivo y herbáceo en las comunidades vegetales del Sistema Ambiental. -----	94
Cuadro 4.30. Especies listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, endémicas y de lento crecimiento y difícil regeneración identificadas en el área de estudio. -----	96
Cuadro 4.31. Especies de interés comercial presentes en el Sistema Ambiental. -----	99
Cuadro 4.32. Atributos de la vegetación del estrato arbustivo y herbáceo de la vegetación de desiertos arenosos en el Área de Influencia. -----	105
Cuadro 4.33. Riqueza de especies, índice de diversidad y equitatividad del estrato arbustivo y herbáceo en el Área de Influencia. -----	107
Cuadro 4.34. Atributos de la vegetación del estrato arbustivo y herbáceo de la vegetación de desiertos arenosos en el Área del Proyecto. -----	108
Cuadro 4.35. Riqueza de especies, índice de diversidad y equitatividad del estrato arbustivo y herbáceo en el Área del Proyecto. -----	109
Cuadro 4.36. Registros de fauna por sitio y tipo de vegetación. -----	116
Cuadro 4.37. Distribución de abundancia relativa por grupo faunístico por tipo de vegetación en el Sistema Ambiental. -----	125
Cuadro 4.38. Riqueza de especies por grupo de fauna en el Sistema Ambiental. -----	129
Cuadro 4.39. Dominancia de especies por grupo de fauna en el Sistema Ambiental. -----	130
Cuadro 4.40. Diversidad de especies por grupo de fauna en el Sistema Ambiental. -----	131
Cuadro 4.41. Distribución de abundancia relativa por grupo faunístico por tipo de vegetación en el Área de Influencia y Área del Proyecto. -----	132
Cuadro 4.42. Riqueza de especies por grupo de fauna en el Área del Proyecto y Área de Influencia. -----	134



Cuadro 4.43. Dominancia de especies por grupo de fauna en el Área del Proyecto y Área de Influencia.-----	134
Cuadro 4.44. Diversidad de especies por grupo de fauna en el Área del Proyecto y Área del Influencia.-----	135
Cuadro 4.45. Especies en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto. -----	136
Cuadro 4.46. Estacionalidad de las aves dentro del Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto. -----	137
Cuadro 4.47. Especies únicas por tipo de vegetación en el área de estudio.-----	139
Cuadro 4.48. Producto cosechado, volumen y valor de la producción del año agrícola 2014. -----	147
Cuadro 4.49. Población Ganadera y Avícola (cabezas) del año 2014.-----	149
Cuadro 4.50. Tiendas DICONSA, rastros y centros de acopio. -----	149
Cuadro 4.51. Población Total y por Género.-----	151
Cuadro 4.52. Migración. -----	151
Cuadro 4.53. Índice y Grado de Marginación 2010.-----	152
Cuadro 4.54. Índice de Desarrollo Humano 2005.-----	153
Cuadro 4.55. Población Económicamente Activa.-----	154
Cuadro 4.56. Total de viviendas habitadas y promedio de ocupantes por vivienda. -----	154
Cuadro 4.57. Total de viviendas habitadas y promedio de ocupantes por vivienda para el municipio de San Pedro, en el estado de Coahuila para el periodo del año 2010. -----	155
Cuadro 4.58. Total de viviendas habitadas y promedio de ocupantes por vivienda para el municipio de Viesca en el estado de Coahuila para el periodo del año 2010.-----	155
Cuadro 4.59. Total de viviendas habitadas y promedio de ocupantes por vivienda para el municipio de Matamoros en el estado de Coahuila para el periodo del año 2010. -----	156
Cuadro 4.60. Servicios a la vivienda. -----	156
Cuadro 4.61. Viviendas particulares habitadas por tipo de servicios con los que cuentan el municipio de San Pedro, para el año 2010. -----	157
Cuadro 4.62. Viviendas particulares habitadas por tipo de servicios con los que cuentan el municipio de Viesca, para el año 2010. -----	157



Cuadro 4.63. Viviendas particulares habitadas por tipo de servicios con los que cuentan el municipio de Matamoros, para el año 2010. -----	158
Cuadro 4.64. Derechohabiencia a servicios de salud.-----	159
Cuadro 4.65. Población de 15 años y más según su condición de alfabetismo de la zona de estudio. -----	160
Cuadro 4.66. Población de lengua indígena. -----	161
Cuadro 4.67. Unidades de paisaje para Sistema Ambiental. -----	163
Cuadro 4.68. Criterios utilizados para la evaluación de calidad visual del paisaje -----	166
Cuadro 4.69. Rangos para las clases de calidad visual del paisaje. -----	167
Cuadro 4.70. Rangos para las clases de calidad visual del paisaje obtenidas para los sistemas de referencia.-----	167
Cuadro 4.71. Distribución de superficie del Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto entre clases de calidad visual del paisaje. -----	168
Cuadro 4.72. Factores considerados en la estimación de la CAV del paisaje. -----	170
Cuadro 4.73. Clases de capacidad de absorción visual.-----	171
Cuadro 4.74. Capacidad de Absorción Visual promedio para los tres sistemas de referencia -----	172
Cuadro 4.75. Distribución de superficie del Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto por clases de capacidad de absorción visual. -----	173
Cuadro 4.76. Distribución de la superficie del Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto de acuerdo a la visibilidad del Proyecto. -----	176
Cuadro 4.77. Rangos para las clases de la Calidad Visual Vulnerable.-----	178
Cuadro 4.78. Calidad visual vulnerable promedio para los sistemas de referencia Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto. -----	179
Cuadro 4.79. Superficie de Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto distribuida por clases de Calidad Visual Vulnerable. -----	180
Cuadro 4.80. Criterios de valoración en la comparación por pares de los factores.-----	188
Cuadro 4.81. Matriz de comparación por pares para la estimación de la calidad ambiental del Área de Influencia del Proyecto. -----	189
Cuadro 4.82. Ponderaciones obtenidas con la técnica de comparación por pares.-----	190
Cuadro 4.83. Calidad ambiental promedio para Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área de Proyecto.-----	192



Cuadro 4.84. Distribución de la Calidad Ambiental por Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto.----- 193

Cuadro 4.85. Calidad ambiental por uso de suelo y vegetación para el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto. ----- 195



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1. Unidades de Paisaje para definir el Sistema Ambiental propuesto para el Proyecto "Villanueva Solar".-----	14
Figura 4.2. Distribución de los tipos de clima en el Sistema Ambiental del Proyecto. -----	18
Figura 4.3. Climogramas comparativos de la condición MÁS HÚMEDA y MÁS ÁRIDA de la microcuenca-----	20
Figura 4.4. Geología dentro del Sistema Ambiental del Proyecto Villanueva Solar. -----	27
Figura 4.5. Provincias fisiográficas dentro del Sistema Ambiental del Proyecto Villanueva Solar.-----	29
Figura 4.6. Subprovincias fisiográficas dentro del Sistema Ambiental del Proyecto Villanueva Solar.-----	30
Figura 4.7. Sistema de topofomas dentro del Sistema Ambiental del Proyecto Villanueva Solar.-----	31
Figura 4.8. Regionalización sísmica de la República Mexicana. -----	35
Figura 4.9. Edafología en el Sistema Ambiental y el Sitio del Proyecto Villanueva Solar. ----	38
Figura 4.10. Mapa de isoerosividad para la República Mexicana (Cortés, 1991). -----	48
Figura 4.11. Diagrama metodológico para la generación de los factores (LS).-----	55
Figura 4.12. Erosión hídrica para Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto Villanueva Solar. -----	59
Figura 4.13. Erosión eólica para el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto Villanueva Solar.-----	66
Figura 4.14. Tipos de vegetación del Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto Villanueva Solar.-----	80
Figura 4.15. Ubicación de Sitios de Muestreo de Flora en el Sistema Ambiental y Área del Proyecto Villanueva Solar.-----	81
Figura 4.16. Ubicación de los diferentes contextos respecto a ecorregiones en el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto Villanueva Solar. -----	114
Figura 4.17. Sitios de Muestreo de Fauna.-----	119
Figura 4.18. Unidades de paisaje para el Sistema Ambiental y Área del Proyecto Villanueva Solar.-----	164
Figura 4.19. Calidad Visual del Paisaje para el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto Villanueva Solar.-----	169
Figura 4.20. Capacidad de Absorción visual para el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto Vollarueva Solar.-----	174
Figura 4.21. Visibilidad sobre el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto Villanueva Solar. -----	IV-177



- Figura 4.22.** Calidad Visual Vulnerable del Paisaje para el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto Villanueva Solar. ----- 181
- Figura 4.23.** Calidad ambiental en el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto Villanueva Solar.----- 194

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 4.1 Vegetación (Listado Florístico y Memoria Fotográfica de Vgeetación)

Anexo 4.2 Fauna Silvestre (Coordenadas de Sitios, Listado de Especies y Memoria Fotográfica)

Anexo 4.3 Programa de Conservación de Flora

Anexo 4.4 Programa de Protección de Fauna

Anexo 4.5 Memoria de Cálculos Versión Digital (Flora y Fauna)



IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESAROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

IV.1 Delimitación y justificación del Sistema Ambiental donde pretende establecerse el proyecto

La delimitación del Sistema Ambiental (en adelante "SA") del Proyecto "Solar Fotovoltaico Villanueva" (en lo sucesivo "el Proyecto") y que contendrá el área de influencia (AI) del éste, es tomado como marco para la identificación de los principales componentes y procesos que representan la estructura y función del ecosistema, agentes de deterioro activos y estado general que permitan apoyar, junto con las observaciones tomadas en campo y las obtenidas de literatura, lograr un diagnóstico del SA y su posible evolución, sin y con la construcción del Proyecto.

Varios son los estudios que podrían apoyar una delimitación del SA, ya que regionalmente el área del proyecto (AP) y su (AI, forma parte, casi de manera marginal, de lo que se conoce como la región Laguna, una región árida con una precipitación anual de 150 a 200 mm, con topoformas dominantes de sierra con sus bajadas y una gran parte de llanuras formadas por la lenta deposición eólica e hídrica desde las serranías. La vegetación que en sierras y llanuras se percibe con baja abundancia, atañe a varias manifestaciones del matorral xerófilo, siendo las más abundantes el matorral desértico rosetófilo, el matorral desértico micrófilo y vegetación de halófitos en el fondo de las cuencas. No obstante, las condiciones adversas para actividades agrícolas, esta se ha desarrollado con la tecnificación de agua de riego obtenida de acuíferos subterráneos. La actividad tradicional en el pasado reciente, fue la ganadería extensiva, pero ahora es la agricultura de riego con un grado de tecnificación alto, que a últimas décadas, se ha ido transformando en unidades agroindustriales de producción de forrajes y corrales de manejo intensivo de ganado para engorda. Quizás el ejemplo más notable y que ha influido en el desarrollo agropecuario, en el área del Proyecto, es las ciudades vecinas de Matamoros, San Pedro y Torreón.



Debido a que en el área del Proyecto no existe ordenamiento ecológico, local o regional, que haya provisto de Unidades de Gestión Ambiental (UGA), zonas homogéneas en sus componentes ambientales, razonablemente delimitadas a una escala de estudio y que además, tuvieran también similitudes en cuanto a su problemática ambiental, se optó por considerar delimitar unidades territoriales a manera de unidades homogéneas de respuesta a las actuaciones humanas y que también, diera cuenta de la estructura y funcionamiento del sistema ambiental donde se desarrollará el proyecto.

Atendiendo a los conceptos de paisaje como la parte visible y externa de una serie de relaciones subyacentes de difícil percepción, cuyo conocimiento explica la coherencia de lo que se percibe (Díaz Pineda 1982) y que de acuerdo, a otros autores, este paisaje además contiene las relaciones que en el pasado y presente, ha mantenido el hombre y es evidencia, de su actitud con los recursos naturales. En el presente estudio, el SA se delimitó por el conjunto de unidades de paisaje, consideradas como unidades de respuesta homogénea y que a su vez, permitiera describir, caracterizar y realizar un diagnóstico del estado actual (preoperacional del Proyecto) de los componentes que conforman el SA y que pudieran ser afectados por el desarrollo del Proyecto.

La generación de las unidades del paisaje se realizó por la sobreposición digital (intersecciones) en un sistema de información geográfica (SIG), de la cartografía del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) a escala 1:250,000. La cartografía utilizada fue: fisiografía (topografía), edafología (unidad de suelo dominante) y uso del suelo y vegetación.

Agregado a la generación de las unidades ambientales, debido a la amplitud del área que se generó, en unidades ambientales muy extensas, se tomaron criterios adicionales para acotar la extensión del SA, sin perder de vista que comprendiera los ecosistemas que proporcionarán información de su estructura y funcionamiento, así se tomó el criterio de la delimitación de las microcuencas que interceptará el área del Proyecto y la principal vía de acceso en el área representada por la Carretera Federal No. 40 Saltillo-Torreón, que puede ser considerada como una barrera física en la delimitación del SA. De esta manera, se



generaron 26 unidades del paisaje que se muestran en el **Cuadro 4.1** y contenidas en la expresión territorial con una superficie de 55,014.0559 ha que se muestra en la **Figura 4.1**.

Cuadro 4.1. Unidades del Paisaje.

ID	UNIDAD AMBIENTAL	SUPERFICIE (ha)
0	ASENTAMIENTO HUMANO	49.1352
0	CUERPO DE AGUA	37.2563
1	Llanura - CALCISOL - MDR	660.4177
2	Llanura - CALCISOL - PH	320.6358
3	Llanura - CALCISOL - RA	216.5594
4	Llanura - CALCISOL - RAS	277.1182
5	Llanura - CALCISOL - VH	2,280.2051
6	Llanura - CALCISOL - VSa/MDM	25,051.4988
7	Llanura - CALCISOL - VSa/MDR	422.5296
8	Llanura - LEPTOSOL - MDR	929.1517
9	Llanura - LEPTOSOL - RAS	4,010.2802
0	Llanura - LEPTOSOL -VSa/MDM	279.2468
11	Llanura - PHAEOSOL - RA	1,451.4171
12	Llanura - PHAEOSOL VSa/MDM	772.0807
13	Llanura - REGOSOL - MDR	277.4827
14	Llanura - REGOSOL - RA	89.5218
15	Llanura - REGOSOL - RAS	199.5387
16	Llanura - REGOSOL - VH	4,352.5237
17	Llanura - REGOSOL - VSa/VH	172.0185
18	Llanura - SOLONETZ - RA	271.3261
19	Llanura - SOLONETZ - VH	866.7304
20	Llanura - SOLONETZ VSa/MDM	1,094.6523
21	Sierra - CALCISOL - PH	386.4405
22	Sierra - CALCISOL - VSa/MDM	787.3970
23	Sierra - LEPTOSOL - MDR	8,197.3913
24	Sierra - LEPTOSOL - VSa/MDM	454.4801
25	Sierra - REGOSOL - MDR	947.6659
26	Sierra - REGOSOL - VSa/MDM	159.3544

Así, el límite norte del SA, constituye el límite norte de la microcuenca trazada, para seguir al Este por el parteaguas de la Sierra de San Lorenzo, bajando por el puerto conocido



como El Perico y seguir por el parteaguas de la Sierra Texas, bajando en dirección sur, hasta encontrar la Carretera Federal No. 40 Saltillo – Matamoros, siguiendo por esta misma carretera hacia el Este hasta Emiliano Zapata, continuando hacia el Norte y hasta subir al Este en el parteaguas de la Sierra de Cuchillas las Carretas y Sierra del Mayrán.

IV.1.1 Delimitación del área de influencia

Los criterios empleados en la delimitación del **AI**, fueron los siguientes:

El Proyecto en sus módulos fotovoltaicos, tienen una altura máxima de 1.80 m, y la infraestructura como el edificio de control, 3 m, así que bajo este supuesto en un terreno con baja o muy poca pendiente como es en los llanos, el Proyecto es visible máximo a 5 km, no así la visibilidad desde la partes altas de la sierra al Proyecto, el cual será visible a una mayor distancia, hasta posiblemente 90 km.

La operación del Proyecto no generará ruido, y vertidos de importancia, ya que la única agua que se utilizará será para uso sanitario y para la limpieza de los módulos fotovoltaicos que es mínima y como agua residual no es contaminante.

Se generarán polvos en la fase de preparación del terreno, sobre todo en el desmonte y despalme y construcción de terracerías, sin embargo, los sólidos suspendidos, se estima alcanzarán una altura máxima de 30 m, con lo cual podrá ser visible hasta una distancia de 22 km y su deposición no excederá los 100 m del límite del Proyecto. Sin embargo, este efecto es temporal y de corta duración.

La utilización de agua, para la elaboración de concreto en las cimentaciones, es relativamente poca y solamente durante la fase de construcción, para lo cual será transportada en camiones cisterna. La generación de residuos durante la construcción será dispuesta adecuadamente, y los vertidos al aire por el uso de maquinaria y equipo, serán dentro de los valores de Norma.

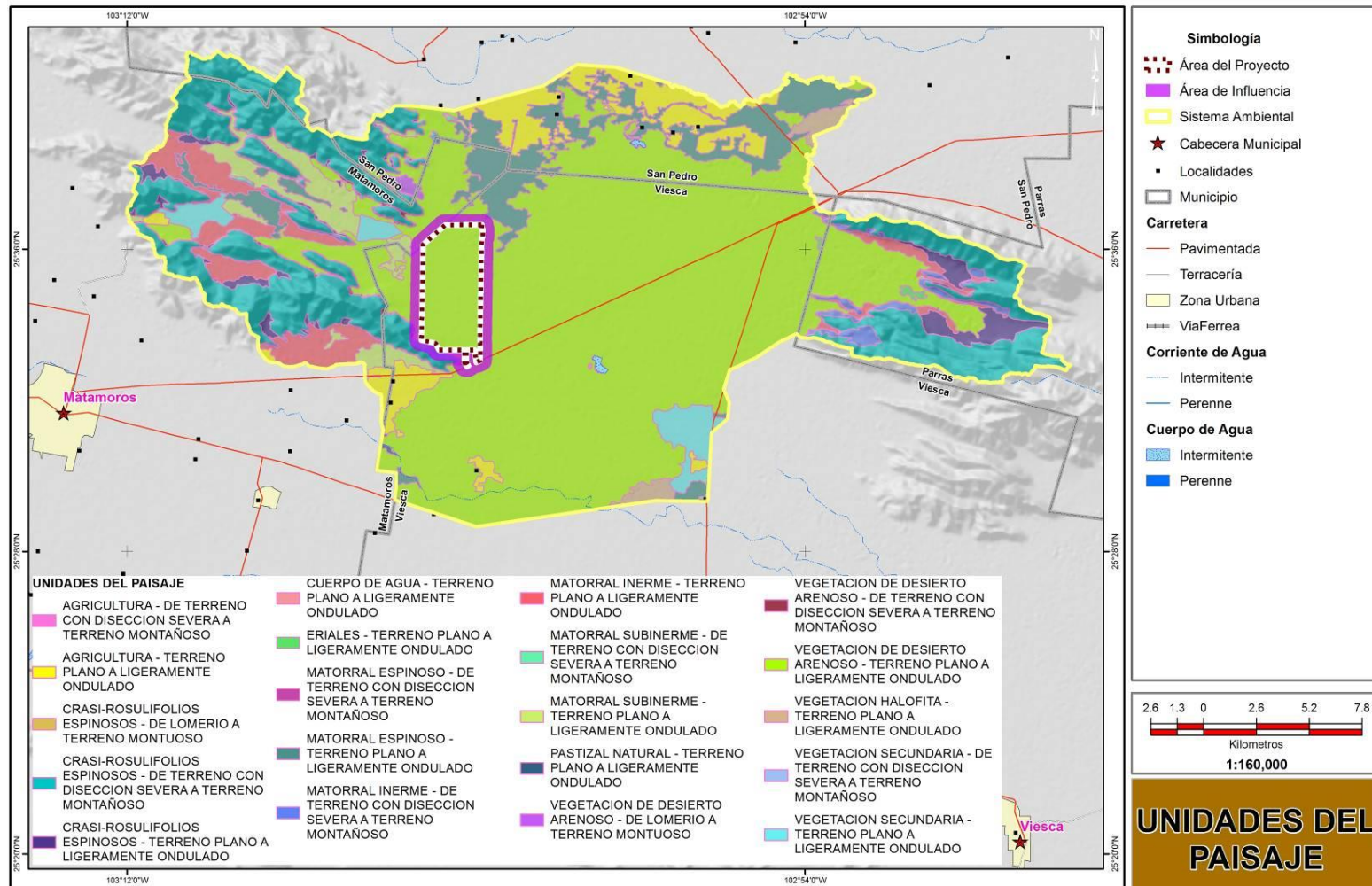


Así, la principal afectación es al suelo, a la vegetación y a la fauna, y dentro de los límites del Proyecto. En el caso del suelo, la ocupación del mismo y su cambio de uso, por la duración del Proyecto será permanente, y las afectaciones a la hidrología sobre todo subterránea en el caso de infiltración y recarga, también se puede considerar baja, debido a la baja pluviometría natural del área. En el tema de biodiversidad, considerando que se implementarán un Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre y un Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, se amortiguará en gran medida esta afectación, sin embargo, para la fauna residente fuera del Proyecto, la interacción por la presencia humana que consistirá en la modificación de pautas de comportamiento que tiene que ver con la utilización de su hábitat, será en un área perimetral al polígono del Proyecto que se estima en una anchura no mayor de 200 m, suficiente distancia para que la vida silvestre se sienta segura de la presencia humana.

Entonces, si se descarta la visibilidad del Proyecto por no interferir con la servicios ambientales dentro SA, el AI, o de interacción del Proyecto considerada, se delimitó como una franja perimetral de 500 m de anchura.



Figura 4.1. Unidades de Paisaje para definir el Sistema Ambiental propuesto para el Proyecto "Villanueva Solar".



IV.2 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental

IV.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del Sistema Ambiental

IV.2.1.1 Aspectos abióticos

a) Clima y fenómenos meteorológicos

De acuerdo a la cartografía de unidades climáticas de INEGI¹, que corresponde a la clasificación de climas de Köppen (1936), modificado por García 1964 para la República Mexicana, el SA se ubica en una región de clima muy árido, con déficit de humedad todo el año (**BWhw**), su principal característica es que la evapotranspiración excede a la precipitación.

Este clima cálido registra una temperatura media anual entre 18 y 22°C, mantiene una temperatura media mensual de 18°C o superior, a lo largo de casi todo el año, salvo los meses de invierno en los cuales promedia entre 10 y 16°C. Es considerado como seco debido a su precipitación errática y escasa, concentrada en el verano y principios del otoño hacia los meses de junio a octubre, con presencia frecuente de periodos de sequía interestival.

Temperatura

El SA presenta temperaturas medias anuales superiores a los 21°C, (ver **Cuadro 4.2**), siendo el periodo más cálido de mayo a agosto oscilando temperaturas máximas entre los 34 a 36°C, con registros históricos de hasta 50°C.

¹ INEGI, 2008. Conjunto de datos vectoriales. Escala 1:1 000 000. Unidades climáticas.



Por otra parte, el periodo frio comprende los meses de noviembre hasta abril, periodo en el cual las heladas son frecuentes de hasta -10°C, con temperaturas mínimas normales entre 4 y 13°C.

Cuadro 4.2. Temperatura media registrada en el Sistema Ambiental del Proyecto.

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)														
ESTACIÓN	CLAVE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
Presa Coyote	05026	13.9	16.1	20.2	24.1	27.1	28.3	27.9	27.3	25.4	22.1	17.8	14.4	22.0
El Cuije	05027	14.8	16.2	19.7	23.1	25.9	26.9	27	26.4	25.2	22.3	18.4	15.1	21.7
Presa de Guadalupe	05028	13.9	15.9	19.0	22.8	25.6	26.6	26.4	25.9	25.1	22.5	18.5	14.6	21.4
San Pedro	05036	13.0	15.2	18.7	22.5	25.9	27.6	27.2	26.9	25.0	21.6	17.2	13.5	21.2
Torreón (OBS)	05040	14.5	17.0	19.0	24.1	27.2	28.1	27.4	27.0	25.2	22.4	18.2	15.1	22.1
Emiliano Zapata	05139	13.8	16.6	19.7	22.8	26.3	28.1	28.1	27.7	25.9	22.4	17.6	14.7	21.9
Francisco I. Madero	05180	13.0	14.7	17.9	20.6	22.9	25.0	24.8	24.7	22.9	20.1	16.5	13.4	19.7
El Sol	05181	12.8	15.6	18.6	22.9	26.3	27.5	27.3	26.7	24.6	20.8	16.3	12.7	21.0
Media mensual		13.7	15.9	19.1	22.8	25.9	27.2	27.0	26.5	24.9	21.7	17.5	14.1	21.3

Fuente: CONAGUA, a través de Estaciones Meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional.

Precipitación

El clima árido de la región presenta lluvias de verano, siendo el periodo de mayor humedad entre los meses de mayo a octubre, en los cuales se concentra el 70% de la precipitación media anual, que para la región se encuentra en los 204.4 mm anuales, con variaciones desde 172mm en la parte norte del SA, hasta 272 mm en la estación (5139) Emiliano Zapata ubicada al extremo sur del SA (ver **Cuadro 4.3**).

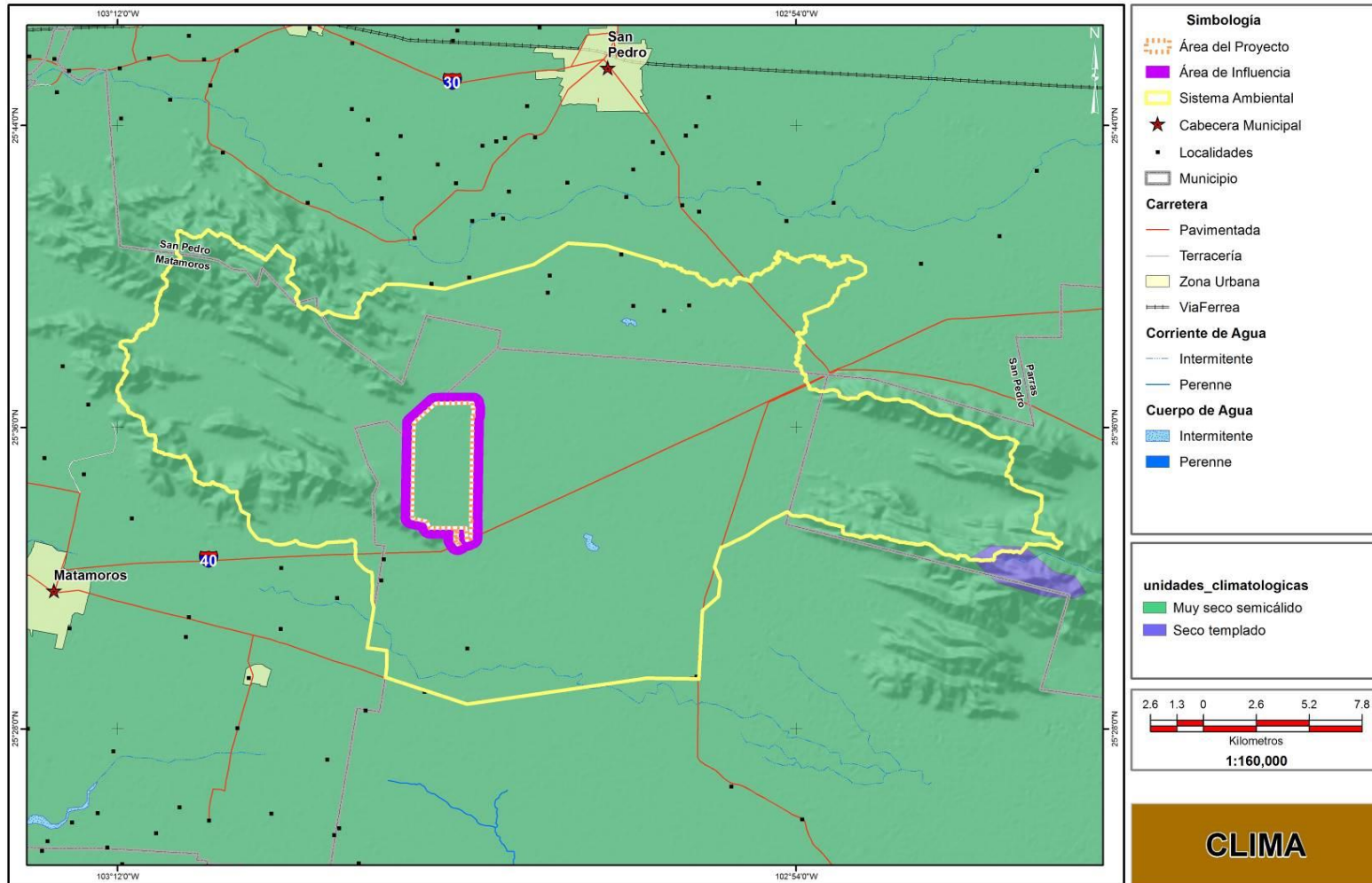
Cuadro 4.3. Precipitación total anual en el Sistema Ambiental del Proyecto.

PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL (mm)														
ESTACIÓN	CLAVE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Presa Coyote	05026	9.0	3.4	1.9	4.8	15.1	29.7	30.4	33.4	41.3	20.1	6.6	9.6	205.3
El Cuije	05027	6.6	3.6	2.4	5.1	16.2	20.7	26.7	25.7	32.0	17.4	7.5	10.1	174.0
Presa de Guadalupe	05028	9.5	2.3	3.9	5.8	17.0	23.7	33.1	35.4	33.3	19.6	8.3	9.9	201.8
San Pedro	05036	9.7	4.3	3.1	5.7	20.6	25.1	30.8	27.2	33.0	11.6	6.0	8.0	185.1
Torreón (OBS)	05040	11.3	3.5	1.7	5.7	21.1	33.5	34.6	36.9	44.3	18.0	6.7	10.6	227.9
Emiliano Zapata	05139	16.3	12.9	11.2	16.2	25.9	33.8	57.5	36.6	31.2	17.6	11.8	8.0	279.0
Francisco I. Madero	05180	10.7	5.6	4.9	7.2	10.1	29.3	32.7	22.3	36.7	19.7	4.1	6.3	189.6
El Sol	05181	9.0	4.1	6.6	3.1	13.6	28.6	26.9	22.8	29.6	16.0	3.4	8.5	172.2
Media mensual		10.3	5.0	4.5	6.7	17.5	28.1	34.1	30.0	35.2	17.5	6.8	8.9	204.4

Fuente: CONAGUA, a través de Estaciones Meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional.



Figura 4.2. Distribución de los tipos de clima en el Sistema Ambiental del Proyecto.



● Evapotranspiración

De acuerdo con los resultados obtenidos por medio de la metodología de Thornthwaite (1948), se aprecia que la evapotranspiración es potencialmente muy superior a la precipitación (ver **Cuadro 4.4**). La fuerte insolación que hace de la región un área cálida genera una estimación promedio mayor a los 1,000 mm evapotranspirados anualmente.

Cuadro 4.4. Evapotranspiración media anual y mensual en el Sistema Ambiental del Proyecto.

EVAPOTRANSPIRACIÓN MENSUAL (mm) método THORNTHWAITE														
ESTACIÓN	CLAVE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Presa Coyote	05026	25.6	37.4	67.2	106.0	143.6	160.6	154.8	146.4	121.5	84.8	48.4	28.0	1,124.3
El Cuije	05027	31.4	39.4	64.4	96.0	127.9	140.6	141.9	134.1	119.4	87.9	54.3	33.1	1,070.4
Presa de Guadalupe	05028	28.0	38.9	60.1	93.8	124.4	136.6	134.1	128.0	118.5	90.8	56.3	31.6	1,041.1
San Pedro	05036	24.2	35.4	58.3	91.1	128.0	149.2	144.1	140.3	117.5	82.6	47.6	26.5	1,044.9
Torreón (OBS)	05040	28.5	43.0	57.3	106.0	145.0	157.7	147.8	142.3	119.0	87.7	51.3	31.6	1,117.2
Emiliano Zapata	05139	25.4	40.8	63.3	92.1	132.9	157.5	157.5	151.8	127.8	88.0	47.4	29.8	1,114.3
Francisco I. Madero	05180	29.5	38.4	58.4	78.8	98.7	119.0	117.0	116.0	98.7	74.8	49.1	31.5	909.9
El Sol	05181	23.9	38.2	58.2	95.5	132.8	147.7	145.2	137.7	113.3	75.9	42.5	23.4	1,034.2
Media mensual		27.1	38.9	60.9	94.9	129.2	146.1	142.8	137.1	117.0	84.1	49.6	29.5	1,057.0

Fuente: CONAGUA, a través de Estaciones Meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional.

Este potencial de evapotranspiración y las condiciones de aridez se aprecian fácilmente en los diagramas ombrotérmicos (**Figura 4.3**), donde es evidente la no existencia de un periodo húmedo prevaleciendo la aridez a lo largo de todo el año.

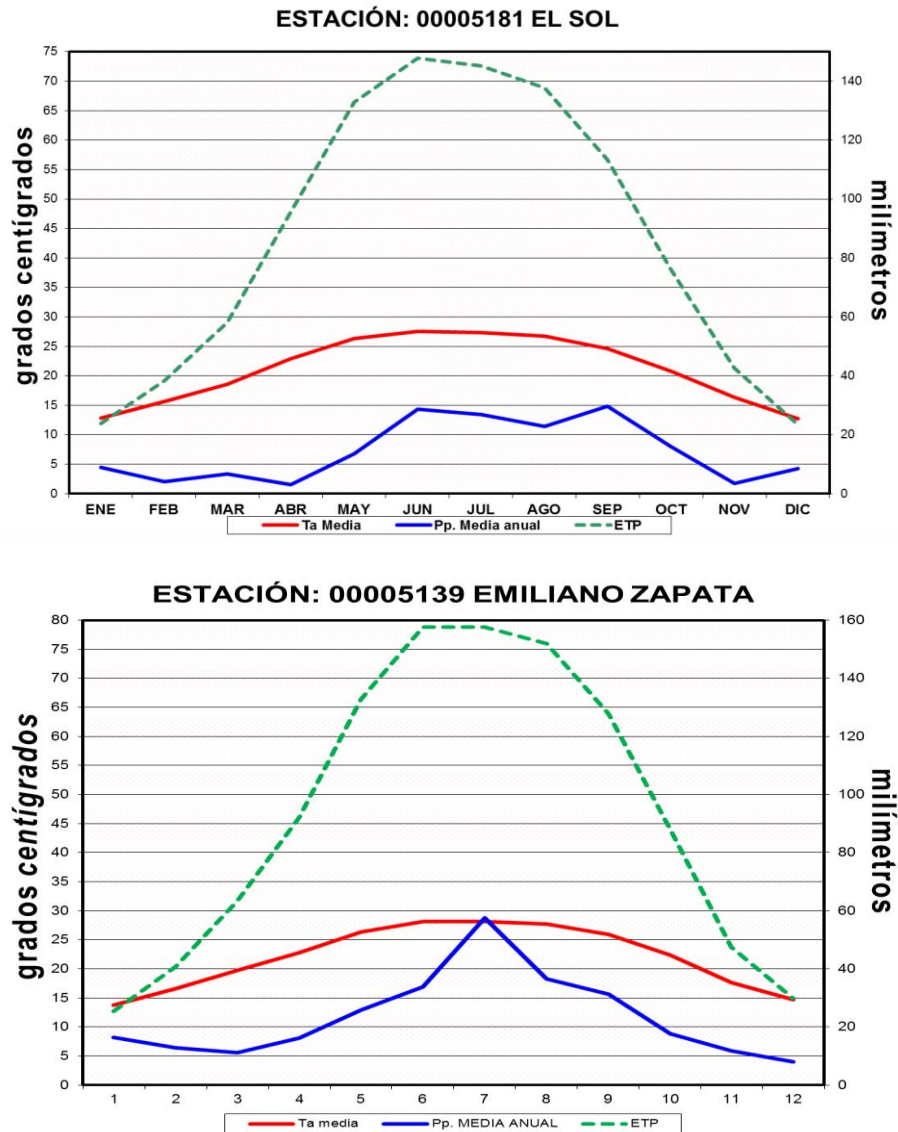
La estación El Sol ubicada al extremo oriente del SA, representa las condiciones más áridas de la región con apenas 172 mm precipitados en promedio al año y temperatura máxima normales promedio superiores a los 33°C en el verano con registros históricos de 39 a 45°C.

Por el contrario, la estación la estación Emiliano Zapata, ubicada en el municipio de Viesca, con apenas 279 mm anuales, representa las condiciones de mayor precipitación



alrededor del SA, mostrando una constante falta de humedad a lo largo del año con un pequeño repunte en el mes de julio.

Figura 4.3. Climogramas comparativos de la condición MÁS HÚMEDA y MÁS ÁRIDA de la microcuenca



Fuente: Datos obtenidos de las normales climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional.

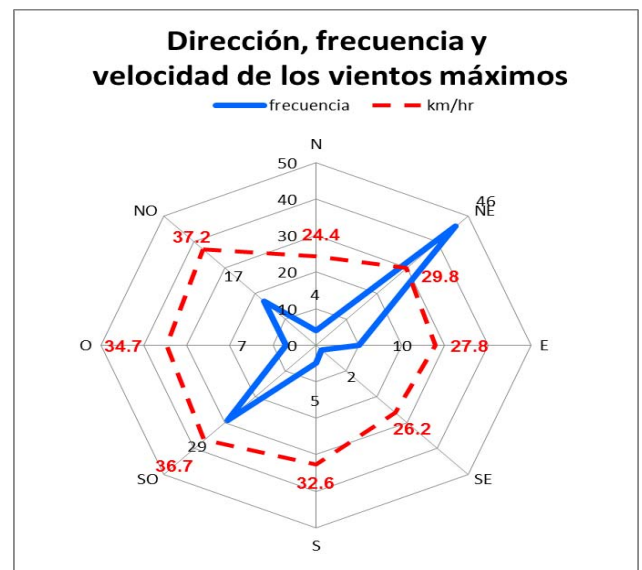
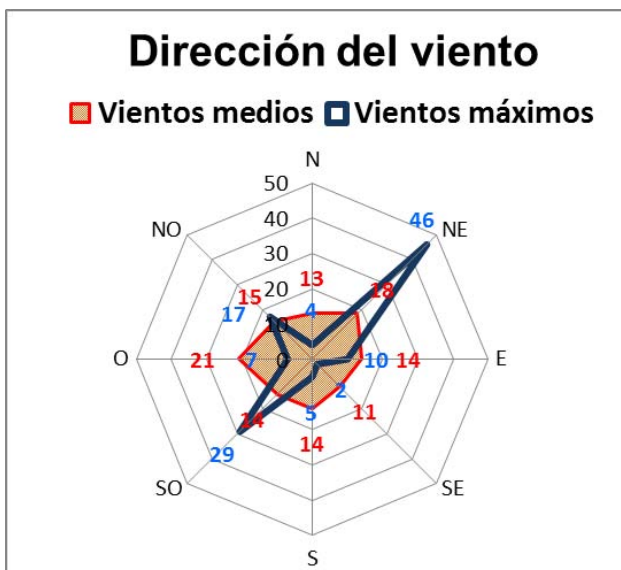


Viento

Los vientos de mayor intensidad en México son los que se producen durante los huracanes, siendo las zonas costeras las más afectadas por este tipo de fenómenos. Sin embargo, otros fenómenos atmosféricos son capaces de producir fuertes vientos, por lo que aún en el interior del territorio existen zonas con peligro.

De acuerdo a los resultados de dos estaciones climáticas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) cercanas al área de estudio; ubicadas en el Rancho Mercedes (25.684, -103.0011) en la parte norte del SA y en Matamoros (25.5325, -103.2435) al poniente del Proyecto, ambas estaciones con registros desde mediados del año 2005 a la fecha.

La ubicación del SA en una extensa planicie con influencia de clima continental nos muestra que los vientos normales son inestables y con grandes variaciones en su dirección, mientras que los vientos de mayor velocidad provienen del noreste y del suroeste, siendo el periodo de diciembre al mes de abril, el de mayor presencia de vientos máximos (ver **Cuadro 4.5**).



Basado en la escala de Beaufort de la fuerza de los vientos, los datos nos indican que normalmente los vientos son en calma a ventolina (6 a 11km/h), sin efectos adversos en el medio o las personas. En relación a los eventos máximos registrados los vientos alcanzan velocidades de brisa fuerte (39 a 49 km/h) que genera el movimiento de las ramas de los árboles o se agiten las copas suficiente como para arrastrar objetos ligeros, lo cual no se considera como amenaza para la infraestructura o para la población en sus bienes o persona.

Cuadro 4.5. Velocidad y dirección del viento en el Sistema Ambiental del Proyecto.

PARÁMETRO	ESTACIÓN INIFAP	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
V.V. media	LAS MERCEDES	5.7	6.8	7.3	7.5	6.7	4.7	3.7	3.7	5.3	4.1	3.8	4.5	5.3
D.V. media		NE	NO y S	SO	O	SO	S	N y O	NO	N y S	SO y E	SO	S	S
V.V. media	MATAMOROS	2.4	2.7	3.3	3.5	3.0	3.2	3.4	3.5	3.3	2.5	2.1	2.0	2.9
D.V. media		NE	SO	O	NE y NO	NE	N	O y S	SE	NO	O	SO y E	O	O
V.V. max.	LAS MERCEDES	42.0	44.0	44.4	44.4	43.9	34.5	29.4	29.5	29.2	36.2	33.9	36.8	37.4
D.V. max.		NO	E	E	E	E	SE	N	E	E	E	NO	NE	E
V.V. max.	MATAMOROS	36.7	33.7	32.6	34.7	29.7	34.7	24.5	28.5	27.5	34.7	28.0	37.2	31.9
D.V. max.		NO	SO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NO	SO	NE

VV= Velocidad del Viento km/h, DV= Dirección del Viento (rumbo), VV Max.= Velocidad del Viento Máxima en km/h, DV Max. = Dirección del Viento Máxima (rumbo).

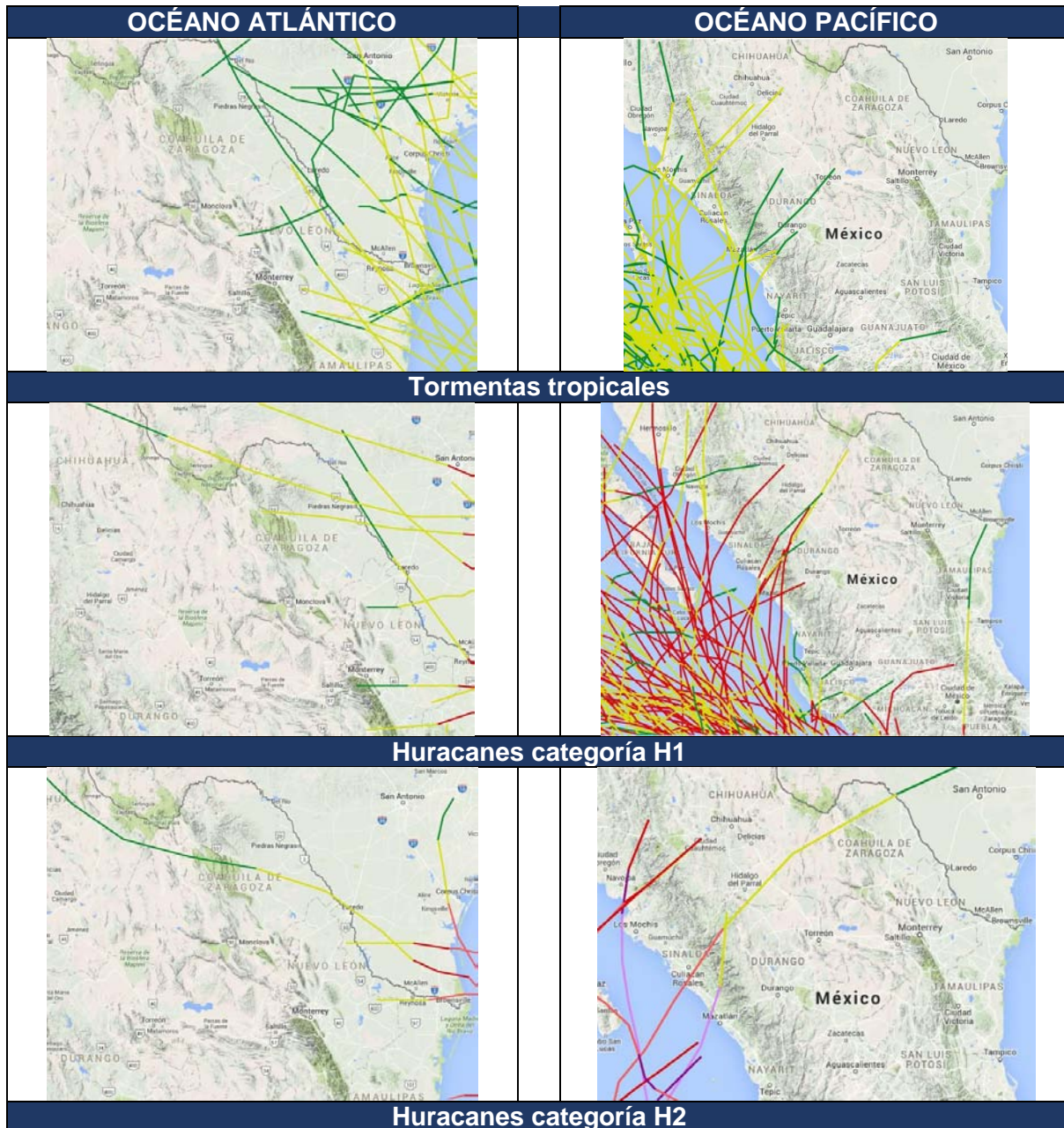
Ciclones tropicales

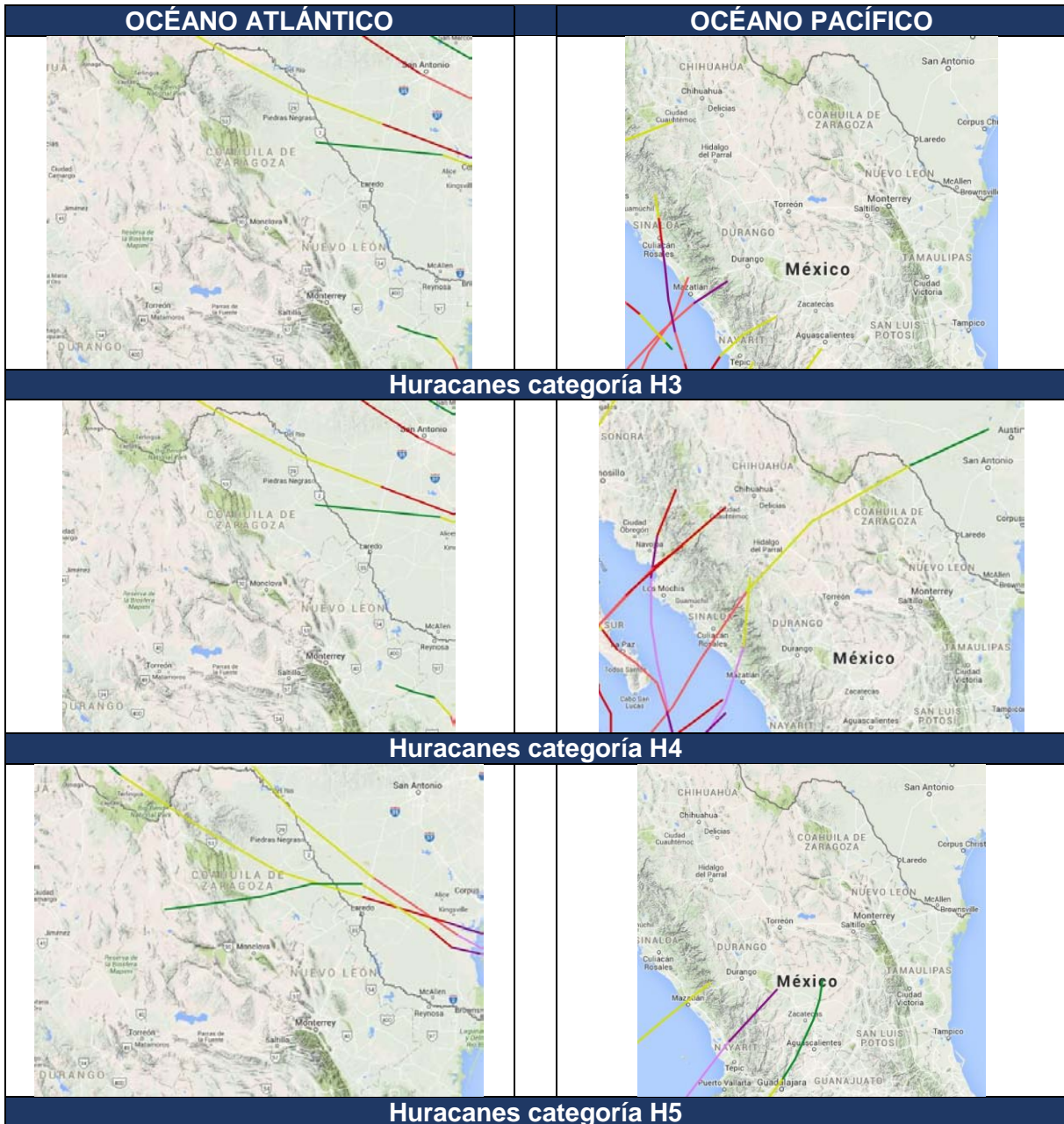
El SA pertenece a una zona de estabilidad climática continental en la que pocos efectos se relacionan a eventos extraordinarios como los ciclones tropicales en alguno de sus niveles de intensidad. El registro de estos eventos (**Cuadro 4.6**) desde el año 1900 nos muestra que en los últimos 100 años el área en estudio solamente ha estado en la trayectoria de un evento, en 1976 la tormenta tropical Naomi formada en el Océano Pacífico se internó en el territorio nacional por el estado de Sinaloa para terminar su trayectoria en la región Lagunera.



Otros fenómenos recientes, como el huracán Gilberto en el año 1988 y Alex en el año 2010, están relacionados con intensas lluvias con duración mayor a lo usual, ocasionando algunos daños por inundaciones en sectores populares de la Ciudad de Torreón.

Cuadro 4.6. Trayectorias de ciclones tropicales en el Sistema Ambiental del Proyecto.





b) Geología y geomorfología

Morfología

Morfológicamente hablando, la composición del área del SA es simple. Se compone de una llanura de piso salino sódico de origen lacustre, aluvial y eólico, la ubicación del SA puede considerarse como la parte alta de lo que fue la Laguna de Mayrán (hoy desierto de Mayrán) delimitada al Norte por las Sierras de Píala Almitos y Las Delicias, al Sur por la Sierra de Parras, Salsipuedes y San Lorenzo. Al Sur del SA se extiende la zona de dunas de Viesca, planicie que continua hacia el sureste en lo que se denomina Desierto de Viesca.

Caracterización litológica del Sistema Ambiental

El SA está conformado por dos sistemas montañosos que ocupan apenas el 20% de la superficie total, al poniente las Sierras de San Lorenzo, Texas y Solís, al oriente la Sierra Mayrán y la Sierra Parras, entre ambos sistemas montañosos la extensa llanura formada por suelos lacustres, eólicos y aluviales.

Las formaciones de sierra, pertenecientes a la era Mesozoica del periodo Cretácico Superior al reciente están constituidas de rocas sedimentarias altamente plásticas y fuertemente plagadas de tipo químico, principalmente capas alternadas de calizas y yeso de lo que se conoce como la Formación Acatita, ésta alternada con estratos de caliza dolomítica y dolomita. En la sierra de San Lorenzo los niveles de yeso llegan a tener hasta 250 m de espesor. Lo anterior ha sido aprovechado por largo tiempo a través de la minería, existiendo aprovechamientos de yeso cristal, mármol, arena sílica y celestita entre otros.

Al oriente en las Sierras Mayrán y Parras en laderas bajas se presentan algunas rocas sedimentarias epiclásticas de textura muy fina y gruesa como la Lutita-Arenisca. Tanto en la Sierra Mayrán, Texas y Solís se encuentran depósitos a pie de montaña, resultado de la reptación o desprendimiento de suelos de ladera, estos son depósitos de características muy variadas debido a que, por su naturaleza, son formados por materiales de diversa granulometría y contenido de material orgánico, incluyendo la vegetación desprendida junto



con el material terrígeno. Esto suelos conocidos como Piamonte (1.32%) pueden ser producto de uno o varios deslizamientos, haciendo más variada su composición.

La zona intermedia es conformada por suelos profundos de diverso origen, el extremo oriente entre las Sierras Mayrán y Parras es conformado por materiales de granulometría fina y alto contenido de sales, estos suelos lacustres son asociados a depósitos recientes de material de arrastre decantado en zonas bajas que son susceptibles de inundación o encharcamiento recurrente y ocupan el 3.75% de la superficie del SA.

La zona de llanura, está formada por suelos de origen aluvial y eólico, los primeros corresponden a materiales gruesos (arenas y gravas) trasportados y depositados por las corrientes de agua superficial, representan un tercio de la superficie (33.56%). El 42.52% de la superficie restante es formada por la acumulación de material trasportado por el viento (suelo eólico) formando sistemas de dunas, hoy activas aun. Es en esta zona del SA, que se ubica el Proyecto.

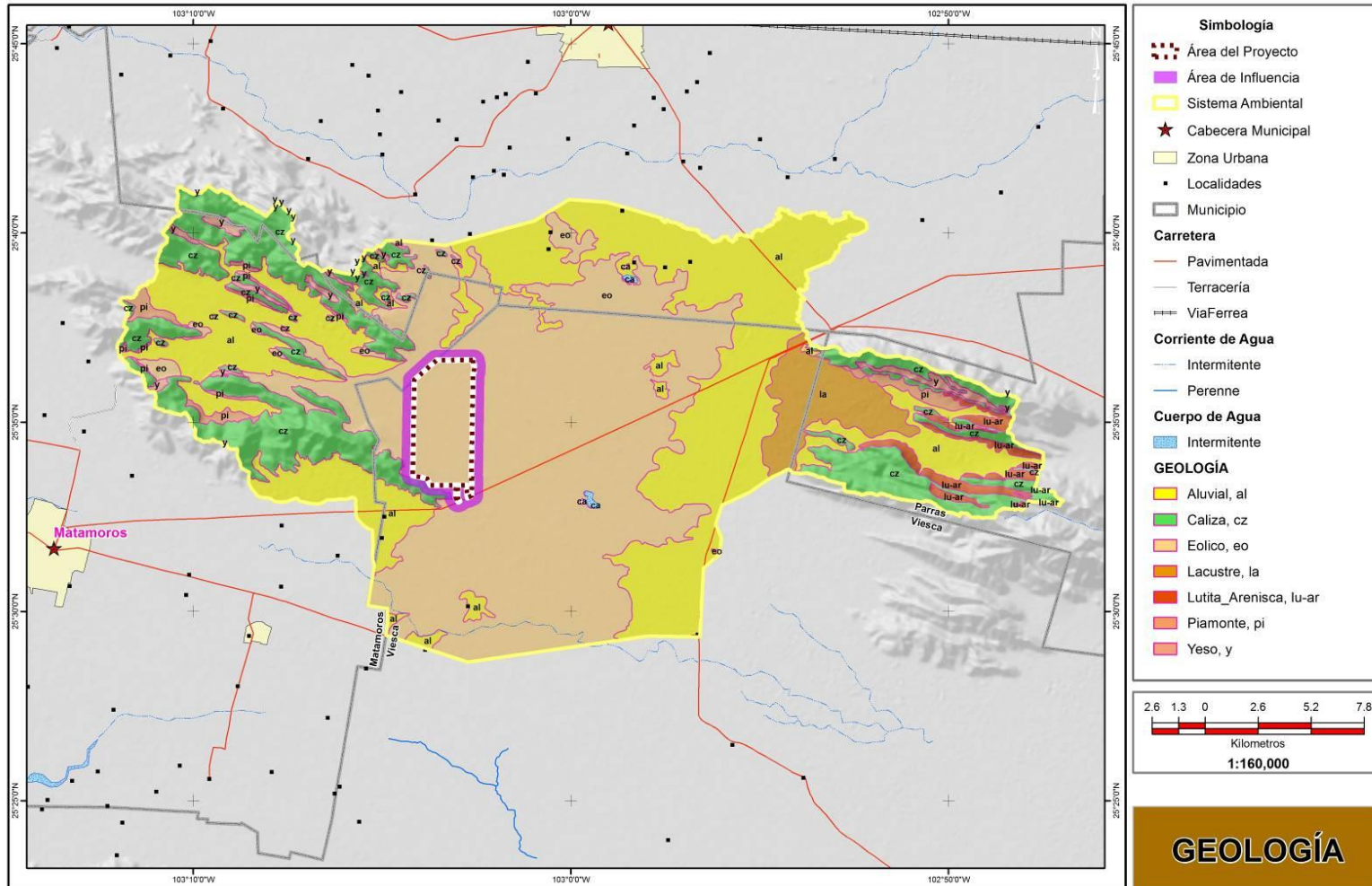
El origen de los suelos de la llanura a partir del depósito de materiales sedimentarios de arrastre, favorece la acumulación de sales dando la causa de los suelos salino sódicos presentes en el sitio.

Cuadro 4.7. Unidades litológicas dentro del Sistema Ambiental del Proyecto.

GRUPO DE ROCAS POR COMPOSICIÓN Y ORIGEN	TIPO	SUPERFICIE (ha)	%
Cuerpos de agua		49.4044	0.09
Roca sedimentaria epiclásticas	Lutita - Arenisca	872.7978	1.59
Roca sedimentaria químicas	Caliza	8,873.3268	16.13
	Yeso	572.4150	1.04
Suelo	Aluvial	18,464.6438	33.56
	Eólico	23,392.0924	42.52
	Lacustre	2,064.0399	3.75
	Piamonte	725.3358	1.32
TOTAL		55,014.0559	100.00



Figura 4.4. Geología dentro del Sistema Ambiental del Proyecto Villanueva Solar.



EGP.EEC.K.26.MX.P.92089.00.004.00

c) Fisiografía y características del relieve

El SA se sitúa en dos provincias fisiográficas importantes, la primera y de mayor extensión territorial (90.81%) es la Provincia Sierras y Llanuras del Norte (**Cuadro 4.8**) y la Provincia de la Sierra Madre Oriental (ver **Cuadro 4.5 y 4.6**).

Provincia Sierras y Llanuras del Norte

Esta provincia de condiciones áridas y semiáridas se extiende profundamente en territorio de Estados Unidos y presenta penetraciones digitadas desde ese país al extremo norte del estado de Sonora. Su extensión principal se encuentra dentro del territorio de México, al sur del río Bravo, colinda, al oeste con la Sierra Madre Occidental, al este con la Sierra Madre Oriental y tiene un punto de contacto en el extremo sur con la Mesa Central. Comprende partes de los estados de Chihuahua, Coahuila y Durango.

En ella se alternan llanuras y sierras, más espaciadas éstas en el sureste que en el noreste (ver **Figura 4.7**). Estas sierras son abruptas y se levantan de 500 a 1,000 m, sobre las llanuras y de 2,000 a 3,000 m s.n.m. Suelen estar rodeadas de amplias bajadas que las semisepultan. La elevación de las llanuras tiene un mínimo de 800 m s.n.m. a las orillas del río Bravo en la zona de Ojinaga. Casi todas se encuentran a unos 1,000 m s.n.m. y sólo en el sur llegan a 1,400 m, como ocurre en la Laguna de Mayrán.

El extremo sur de esta provincia formado por las subprovincias Bolsón de Mapimí y Laguna de Mayrán, en las cuales impera el drenaje endorreico, es decir, drenaje interior de desierto con carencia de redes fluviales organizadas y coherentes. La morfología corresponde a grandes llanuras, muchas de ellas formando depresiones, a las que se denomina "bolsón", cuencas de drenaje interno más o menos rodeadas de sierras, de las que se extienden sobre las llanuras centrales las amplias bajadas aluviales de pendientes leves.



Figura 4.5. Provincias fisiográficas dentro del Sistema Ambiental del Proyecto Villanueva Solar.

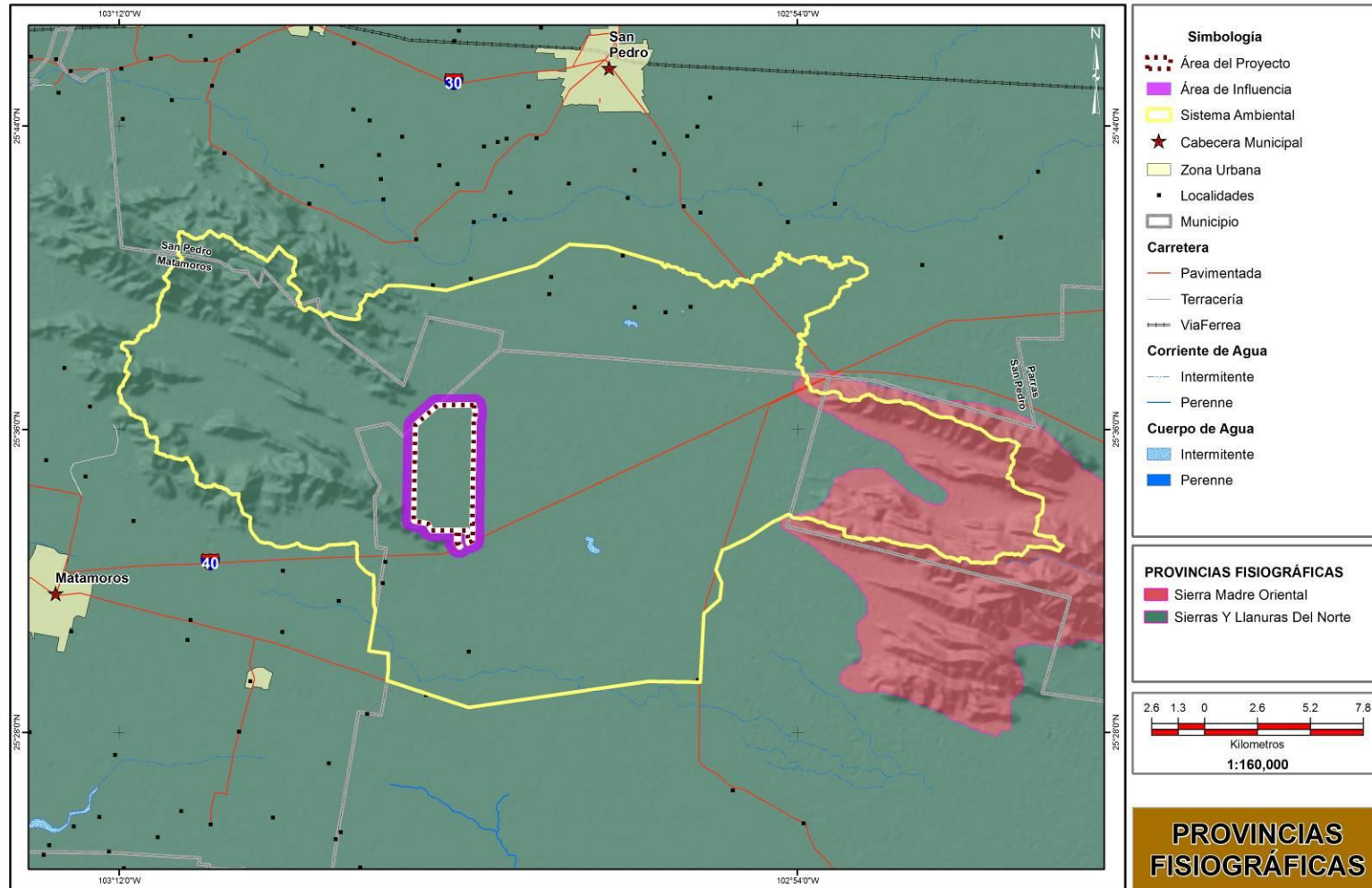


Figura 4.6. Subprovincias fisiográficas dentro del Sistema Ambiental del Proyecto Villanueva Solar.

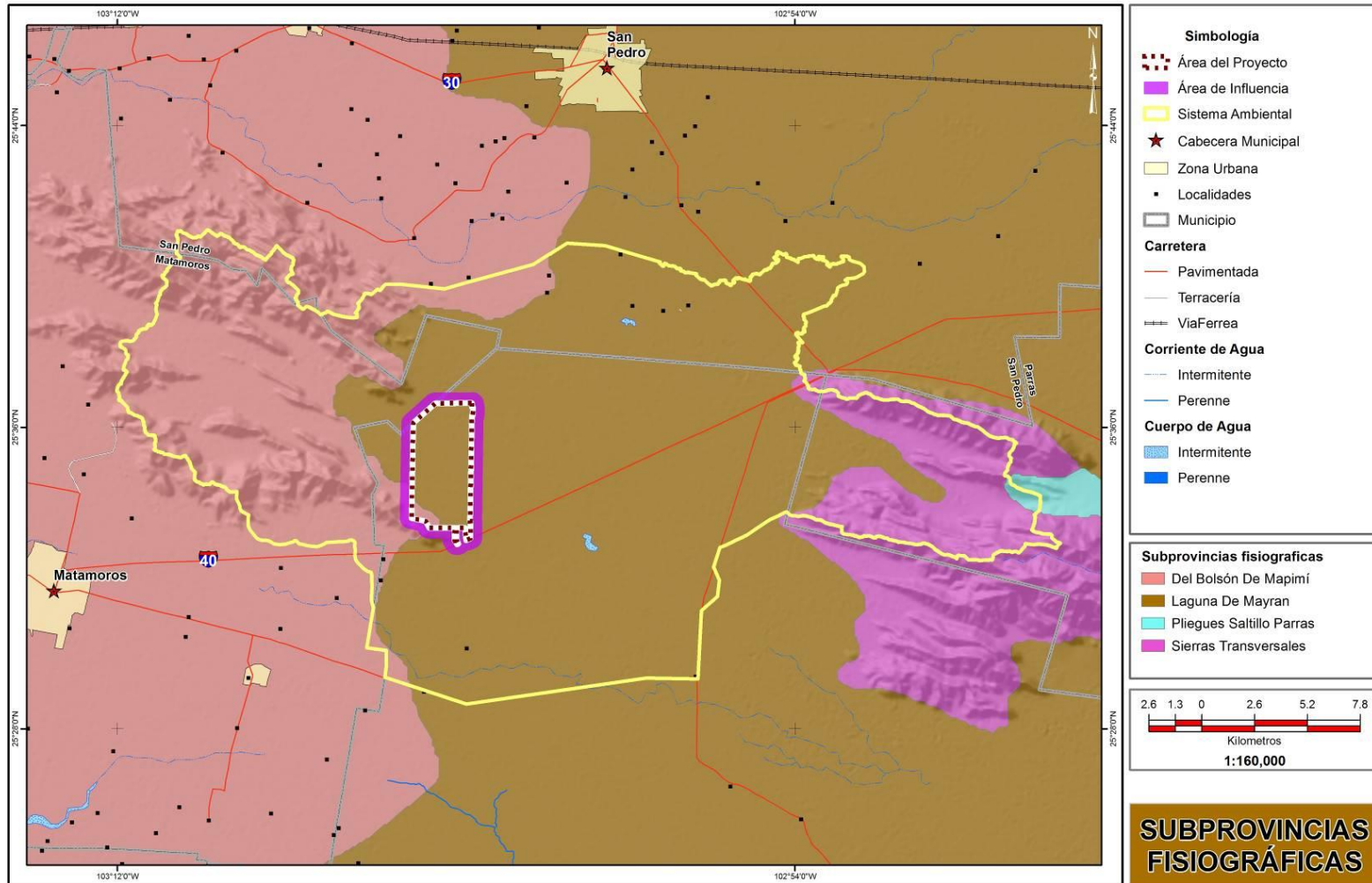
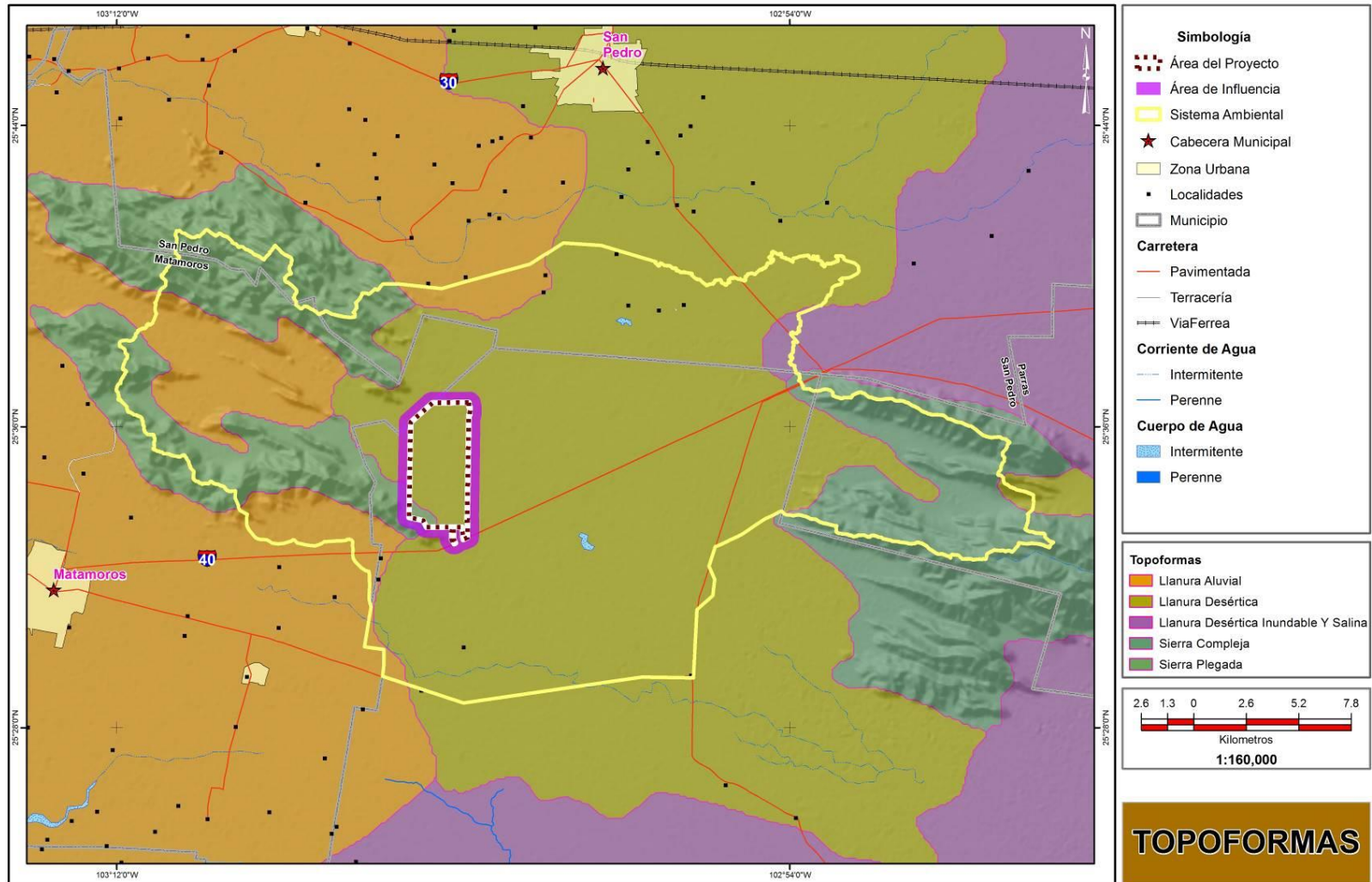


Figura 4.7. Sistema de topoformas dentro del Sistema Ambiental del Proyecto Villanueva Solar.



EGP.EEC.K.26.MX.P.92089.00.004.00

SubProvincia Bolsón de Mapimí

Esta subprovincia, que ocupa el 26.42% de la superficie del Sistema Ambiental, queda comprendida totalmente en territorio mexicano y corre pegada al costado oriental de la Sierra Madre Occidental, para después ampliarse al Este, en la zona de Mapimí. Las llanuras y bajadas dominan en toda su extensión, aunque también se encuentran pequeñas sierras y lomeríos con orientación norte-sur. Estos últimos, al norte, están constituidos predominantemente por rocas volcánicas ácidas y se hallan asociados con fallas normales sobre sus costados; en sierras y lomeríos del sur abundan las calizas.

La subprovincia es atravesada en el norte por el río Florido y sus afluentes, tributarios del Conchos; y en el suroeste por el Nazas. Sin embargo, los recursos hidrológicos superficiales del bolsón son escasos. El Bolsón de Mapimí es una región plana, que se encuentra a unos 1,200 m s.n.m. y queda comprendida al norte, entre las Sierras del Diablo y Mojada, y la zona del Distrito de Riego No. 017 conocida como Comarca Lagunera o La Laguna, que en tiempos anteriores al almacenamiento de la presa Francisco Zarco, en el estado de Durango, era inundada por las crecidas del río Nazas dando origen a la Laguna de Mayrán (hoy desierto de Mayrán).

Subprovincia Laguna de Mayrán

Esta subprovincia de hecho, comprende las áreas terminales de las cuencas endorreicas de los ríos Nazas y Aguanaval, que nacen en la provincia de la Sierra Madre Occidental y que, fluyendo hacia el norte por la provincia de la Mesa del Centro, alcanzaban estas regiones.

Son estas llanuras que ocupan las partes bajas de las cuencas, lagunas durante buena parte del año, pero en la actualidad sus superficies casi planas vienen siendo llanuras desérticas, con fases salinas al centro de la Laguna de Mayrán y casi toda la de Viesca; ya que su desaparición como lagos y su paso definitivo al régimen desértico son resultado de los almacenamientos de agua del Nazas, para el Distrito de Riego de la Laguna y del Aguanaval, actividades que, por otro lado, han aumentado en forma considerable la productividad de otras zonas.



Cuadro 4.8. Superficies del Sistema Ambiental por subprovincia fisiográfica.

Provincia	Subprovincia	Superficie (ha)	%
Sierras y Llanuras del Norte	Bolsón de Mapimí	14,533.1464	26.42
	Laguna de Mayrán	35,424.1581	64.39
	Total	49,957.3045	90.81
Sierra Madre Oriental	Sierras Transversales	5,056.7514	9.19
	Total	5,056.7514	9.19
Sistema Ambiental		55,014.0559	100.00

🌍 Provincia Sierra Madre Oriental

La provincia corre desde sus inicios en la frontera y sus límites con el eje Neovolcánico en las cercanías de Pachuca, Hgo., en el sentido burdamente paralelo a la Costa Golfo de México. A la altura de Monterrey, N.L., tuerce abruptamente al oeste para extenderse hasta la Sierra Madre Occidental al norte de Cuencamé, Dgo. Abarca partes de los estados de Durango, Coahuila, Zacatecas, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Guanajuato, Querétaro, Veracruz, Hidalgo y Puebla. La Sierra Madre Oriental es, en lo fundamental, un conjunto de sierras menores de estratos plegados. Tales estratos son antiguas rocas sedimentarias marinas (Cretácicas y Jurásico Superior) entre las que predominan en forma destacada las Calizas, quedando en segundo plano las Areniscas y rocas arcillosas (Lutitas).

🌍 Subprovincia Sierras Transversas

Esta subprovincia corre casi perpendicularmente a los ejes principales de la Sierra Madre Oriental. En los sistemas de topofomas genéricamente identificados como Sierras Transversales, predomina el Litosol, suelos de menos de 10 cm de profundidad (Best y Monroy, 2008). En los sistemas de lomeríos, bajadas y llanuras, domina el Xerosol háplico y cálcicos poco profundos. Una pequeña porción del oriente del SA (9.19%) se ubica dentro de esta provincia y subprovincia, en terrenos que involucran a las Sierras de Parras y Mayrán.



d) Presencia de fallas y fracturas

Ambos sistemas de montañas comprendidos en el SA, registran la existencia de fallas y fracturas, sin embargo, es principalmente en las crestas a lo largo de las Sierras de Texas, Solís y San Lorenzo, donde las fallas geológicas son abundantes. Es importante señalar que las estructuras más cercanas al Proyecto se ubican en la Sierra de Texas a más de 2 km del Proyecto y que no existe interacción de estas estructuras geológicas con el Proyecto, hacia la llanura donde se pretende desarrollar el Proyecto no se cuenta con ninguna estructura geológica.

e) Susceptibilidad de la zona ante la presencia de sismos

Los sismos son originados por el rompimiento de la corteza terrestre lo que provoca vibraciones en todas direcciones. Geográficamente, la República Mexicana se encuentra dentro de las zonas sísmicas más activas del mundo. Para su estudio, la república fue dividida en cuatro zonas sísmicas. Estas zonas son un reflejo de qué tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo (**Figura 4.8**). La Zona A es un sector donde los registros históricos de sismos en los últimos años son muy poco frecuentes y de magnitud muy baja. Las zonas (B y C) son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente. La Zona D es un área donde se han reportado grandes sismos históricos, con una ocurrencia muy frecuente donde las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

El SA se encuentra dentro de la Zona A (muy baja susceptibilidad, prácticamente nula).



Figura 4.8. Regionalización sísmica de la República Mexicana.



Fuente: CENAPRED, Riesgos geológicos, Zonificación Sísmica (CFE).

f) Suelos

El suelo, como un componente del ecosistema, debe entenderse como un cuerpo natural que se encuentra en la parte superficial de la corteza terrestre, biológicamente activo, el cual es el resultado de la interacción de factores ambientales, tanto geológicos, fisiográficos, climáticos, biológicos y el material parental que proviene de la roca madre, con la capacidad implícita de servir como medio para el desarrollo de plantas.

Los suelos son sistemas complejos donde ocurre una vasta gama de procesos físicos y biológicos que se ven reflejados en la gran variedad de suelos existentes en la tierra. Son muchos los procesos que pueden contribuir a crear un suelo particular, algunos de estos son: la deposición eólica, sedimentación en cursos de agua, meteorización y deposición de material orgánico. Éstos fenómenos dan origen a un peculiar desarrollo edáfico



dentro de la microcuenca, en él se conjugan las características de los suelos de zonas áridas, ricos en calcio, de escasa materia orgánica, junto con la acumulación de evaporitas como las sales de yeso y otros, con características hidromórficas como la acumulación de sales propias de inundaciones intermitentes.

En términos generales los suelos del SA son en gran medida susceptibles a la erosión eólica, principalmente en los terrenos de llanura que ocupan la parte central del SA, con especial énfasis al sur, en dirección al río Aguanaval, donde los médanos son más acentuados, a lo que se debe sumar los efectos de las lluvias de tipo torrencial, características de la región, que inciden en las zonas montañosas con fuerte influencia por el arrastre de materiales.

Dentro de la microcuenca, los suelos son característicos de zonas áridas, las laderas de las sierras son de suelo esquelético, poco desarrollado, con alta pedregosidad y pobre contenido de materia orgánica (Litosol). Al extremo oriente en las sierras de Parras y Mayrán, a pie de ladera se desarrollan suelos a base de materiales acarreados por bajadas de agua, no tiene un desarrollo de horizontes y son compuesto por materiales disgregados, estos suelos denominados como Fluvisol, presentan capas alternas de materiales acumulados por aluviones de la partes altas, su espesor es variable y se relaciona a la intensidad de las lluvias y por lo tanto al volumen y fuerza del agua que los arrastró.

Aguas abajo la pendiente se suaviza permitiendo la acumulación de materiales de arrastre fino junto con residuos de materia orgánica dando origen a un suelo lacustre, de tipo Yermosol con una textura fina y acumulación de sales de sodio. Estos suelos debido al efecto de floculante del sodio, carecen de un buen drenaje y suelen ser tóxicos a la mayoría de la vegetación, sobreviviendo sobre él sólo plantas especializadas tolerantes a los altos contenidos de sales y a periodos prolongados de sequía.

Hacia el extremo poniente de la microcuenca, al pie de las sierras San Lorenzo, Solís y Texas, dominan los suelos con desarrollo incipiente como el Regosol, junto con suelos más profundos de color claro y bajo contenido de materia orgánica, suelos de horizontes superficiales pobres y comúnmente, con acumulaciones de arcillas, materia orgánica y



nutrientes en horizontes más profundos; estos suelos clasificados como Xerosol, regularmente con buen drenaje que se desarrollan es el caso de sales, resultando en suelos moderadamente salino sódicos. Las zonas más bajas de los valles intermontanos de estas sierras, permiten una acumulación mayor de humedad y sales de arrastre, en algunos casos evaporitas, derivando en suelo llanos con salinidad elevada generalmente cubiertos por pastizales halófilos.

El Xerosol también se presenta en la parte norte de la microcuenca, como suelos más profundos y en algunos sectores son problema por la concentración de sales, permitiendo el uso agrícola de los mismos.

La llanura central está formada por suelos aluviales y es dominada por suelos profundos de régimen árido e hipertérmico. Estos suelos clasificados como Regosol, se diferencian de los encontrados a pie de monte por un mayor desarrollo vertical y mayor concentración de materiales de granulometría fina, la concentración de sales hace presente una fase química sódica lo que se relaciona con un mal drenaje, lo que no es un problema en estos suelos que la mayor parte del año están secos, su vegetación es escasa y deprimida, compuesta por plantas arbustivas y gramíneas de porte muy bajo tolerantes a las sales y al sodio, estas características de aridez y poca cobertura vegetal reparan en terrenos susceptibles a la erosión eólica.

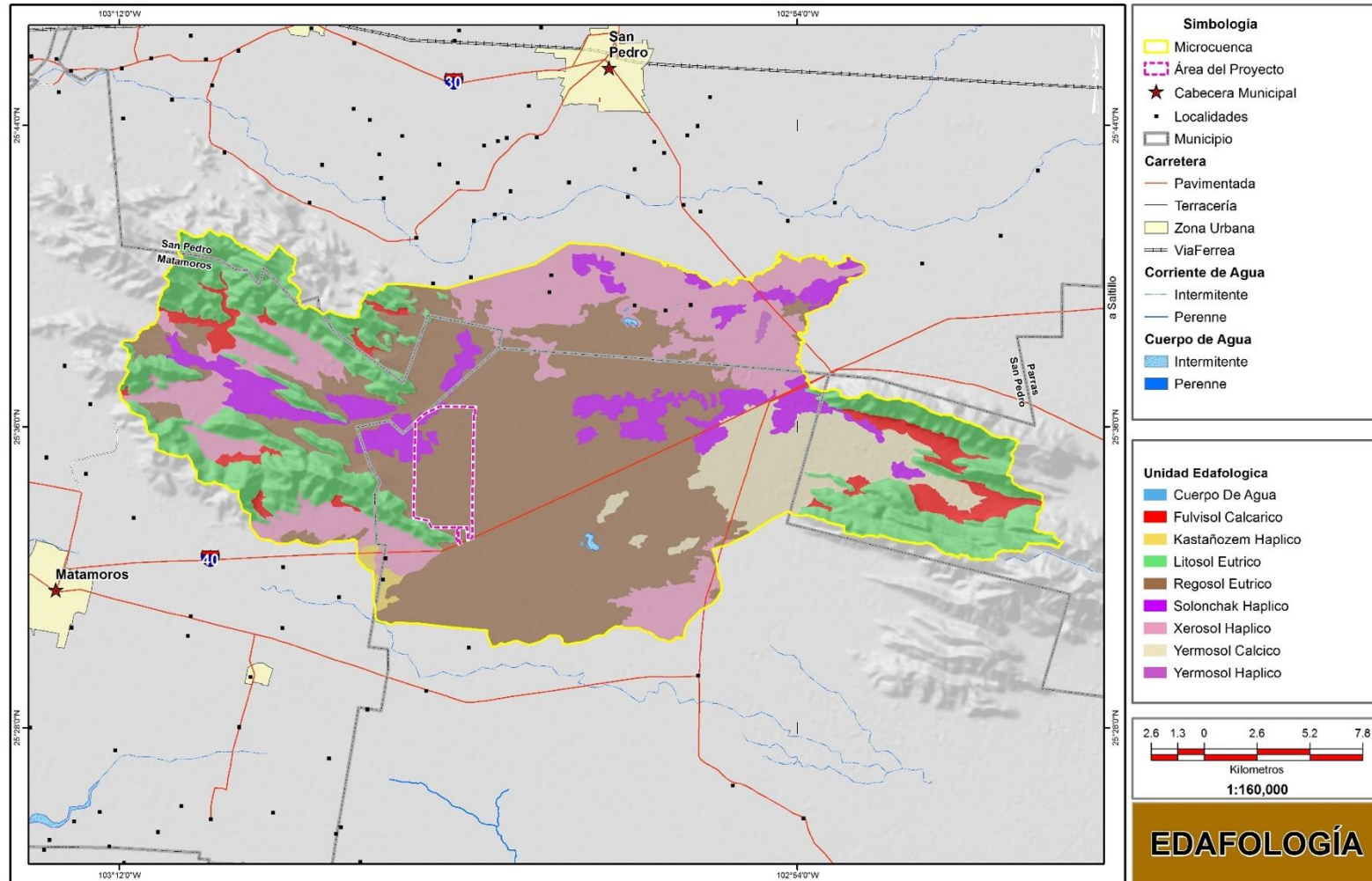
Son estos últimos suelos (Regosol éutrico) los que conforman el área específica del Proyecto propuesto.

Descripción de unidades dominantes de suelo en el Sistema Ambiental

Con base en la clasificación elaborada por la FAO-UNESCO 1988, el INEGI realizó una serie de modificaciones aplicables en México para su representación en la cartografía temática de escala 1:50,000, clasificación tomada en este trabajo y de la cual, se describen las características distintivas de los diferentes tipos de suelo que se distribuyen en el SA y en el área del Proyecto. En la **Figura 4.9** se presenta la distribución de los tipos de suelos en el SA.



Figura 4.9. Edafología en el Sistema Ambiental y el Sitio del Proyecto Villanueva Solar.



CASTAÑOZEM

Este tipo de suelos se localiza en zonas semiáridas o de transición hacia climas más lluviosos. En condiciones naturales, tienen vegetación de pastizal, con algunas áreas de matorral, se caracterizan por tener una capa superior de color pardo o rojizo oscuro, rica en nutrientes y materia orgánica; además de la acumulación de caliche suelto o ligeramente cementado en el subsuelo. Su uso para ganadería extensiva en México es muy común; también se usan en agricultura en el cultivo de granos, oleaginosas y hortalizas, con buenos rendimientos, sobre todo si son sometidos a riego ya que son suelos con alta fertilidad natural. Son moderadamente susceptibles a la erosión, excepto el caso de la subunidad Castañozem lúvico que es muy susceptible a ella. Su símbolo es (K). En el estado de Coahuila se localizan tres tipos de Castañozem, sin embargo, el único presente en el SA es el Castañozem háplico.

- **Castañozem háplico**

Se caracteriza por la acumulación de caliche suelto en pequeñas manchas blancas dispersas o en una capa de color claro, de menos de 15 cm de espesor. Su símbolo es (Kh).

FLUVISOL

Están formados por materiales acarreados por agua y constituidos por materiales disgregados que no presentan estructura en terrones, es decir, son suelos muy poco desarrollados. Están presentes en todos los climas y regiones de nuestro país cerca de lagos o sierras desde donde escurre el agua a los llanos, así como en los lechos de los ríos. La vegetación que presentan varía desde selvas hasta matorrales y pastizales, y algunos tipos de vegetación son típicos de estos suelos tales como ahuehuetes, ceibas o sauces. En muchas ocasiones presentan capas alternadas de arena grava o arcilla, los cuales son producto del acarreo de estos materiales por inundaciones o crecidas no muy antiguas. Algunos son someros o profundos, arenosos o arcillosos, fértiles o infértiles, en función al tipo de materiales que lo conforman, sus usos y rendimientos se analizarán, por lo tanto, en las descripciones de las subunidades en que se divida a estos suelos. Su símbolo es (J).



- **Fluvisol calcárico**

Se caracteriza por contener cantidades altas de cal en toda la superficie o cuando menos, en algunas partes no muy profundas. Generalmente poseen suficientes nutrientes. Se localizan en zonas áridas del centro y norte de México y son utilizados en agricultura con rendimientos moderados o altos, dependiendo del agua disponible y la capacidad del suelo para retenerla. Su símbolo es (Jc).

Sus usos son muy variados, bajo riego dan buenos rendimientos agrícolas de cereales y leguminosas. En zonas muy cálidas y húmedas se utilizan en ganadería, muchas veces con pastizales cultivados, en otras ocasiones se utilizan para el pastoreo o cultivo de hortalizas. Sus rendimientos varían en función de su textura y profundidad, y el agua disponible en cada caso. Su símbolo es (Je).

LITOSOL

Suelos que se localizan en todos los climas con diversos tipos de vegetación. Tienen menos de 10 cm de profundidad hasta la roca, tepetate o caliche duro. Están presentes en todas las sierras de México, en proporciones variables en laderas, barrancas o malpais, así como en lomeríos o algunos terrenos planos.

Sus características varían mucho dependiendo del material que lo forma. Pueden ser fértiles o estériles, arenosos o arcillosos. Su susceptibilidad a la erosión depende de la zona en donde se localice (topografía y del mismo suelo), y puede ser desde moderada hasta muy alta.

Su uso depende de la vegetación que lo cubre. En bosques y selvas su uso es forestal, cuando presentan matorrales o pastizales se puede llevar a cabo algún pastoreo más o menos limitado, y en algunos casos se usan con rendimientos variables para la agricultura, sobre todo de frutales, café y nopal. Este uso está condicionado a la presencia de suficiente agua y se ve limitado por el peligro de la erosión que siempre existe. No tiene subunidades, y su símbolo es (I).

REGOSOL



Son suelos que se pueden localizar en muy distintos climas y con diversos tipos de vegetación. Se caracterizan por no presentar capas distintas. En general son claros y se parecen bastante a la roca que los subyace, cuando no son profundos. Se encuentran en las playas, dunas y en mayor o menor grado en las laderas de todas las sierras mexicanas, muchas veces acompañado de Litosol y de afloramiento de roca o tepetate.

Frecuentemente son someros, de fertilidad variable y con uso agrícola condicionado a su profundidad y al hecho de que no presentan pedregosidad en sus diferentes estratos. En regiones costeras se utilizan algunos regosoles arenosos para el cultivo de cocotero y sandía entre otros frutales en los cuales se observan rendimientos aceptables.

En las sierras son utilizados frecuentemente para un uso pecuario y forestal, con resultados variables, en función de la vegetación que exista en el lugar. Son de susceptibilidad variable a la erosión, su símbolo es (R).

- **Regosol éútrico**

No presentan las características señaladas para las otras subunidades de regosol. Son de fertilidad moderada o alta. Su símbolo es (Re).

SOLONCHAK

Literalmente significa área salina. Se encuentran en diferentes climas, en zonas de acumulación de salitre, tales como lagunas costeras y lechos de lagos, en las partes más bajas de los valles y llanos de las zonas secas del país. Se caracterizan por presentar un alto contenido en sales en alguna parte del suelo, o en todo. Su vegetación, cuando la hay, está formada por pastizales o algunas plantas halófilas.

En la agricultura su uso está limitado a cultivos muy resistentes a sales. En algunos casos se puede eliminar o disminuir la concentración de salitre por medio del lavado, lo cual los habilita para la agricultura. El uso pecuario depende de la vegetación que sostenga, con rendimientos bajos. Los solonchak son suelos con poca susceptibilidad de erosión. Su símbolo es (Z).



- **Solonchak háplico**

No presentan propiedades específicas, sólo tiene las características generales de los Solonchak

XEROSOL

Se ubican en las zonas áridas y semiáridas del centro y norte del país, su vegetación natural son los matorrales y pastizales. Tienen una capa superficial de color clara y muy pobre en humus; debajo de ellas puede haber un subsuelo rico en arcillas, o muy semejante a la capa superficial; a cierta profundidad muchas veces presentan manchas, polvo, o aglomeraciones de cal y cristales de yeso o caliche, de mayor o menor dureza; a veces son salinos. Su utilización agrícola está restringida, en muchas ocasiones al riego, aunque en estados como Zacatecas, Aguascalientes, San Luis Potosí y el sur de Durango; existen xerosoles que pueden cultivarse durante el temporal debido a que en esa zona, las lluvias son un poco más abundantes que en el norte. La agricultura de temporal en estos suelos es insegura y de bajos rendimientos, a diferencia de la de riego que es de alto rendimiento debido a su alta fertilidad.

El uso pecuario adquiere importancia en ellos, sobre todo en el norte del país, en los estados de Coahuila, Chihuahua y Nuevo León, en donde se cría ganado bovino, ovino y caprino con rendimiento en función de la vegetación; se llevan también a cabo la explotación de matorrales, cuando existe vegetación forestal de recolección como la lechuguilla o la candelilla.

Son suelos con baja susceptibilidad a la erosión excepto cuando se localizan en pendientes o sobre caliche o tepetate. Su símbolo es (X). En el área de interés se localizan tres subunidades de Xerosol:

- **Xerosol háplico**



No presentan las características para las dos subunidades anteriores. Su símbolo es (Xh).

YERMOSOL

Son suelos que se presentan en la zona árida del norte del país, su vegetación natural es de matorrales o pastizales.

- **Yermosol cálcico**

Presentan acumulación de cal en el subsuelo. Su símbolo es (Yk).

FASES QUÍMICAS

Las fases químicas se refieren a la presencia de sustancias químicas en el suelo, que limitan o impiden el desarrollo de los cultivos; comprenden las fases salina y sódica. En el estado de Coahuila los suelos presentan las dos fases, con sus respectivas condiciones o grados de salinidad o sodicidad, además de la combinación de ambas como se describen a continuación:

a. Fase salina

Se refiere a la presencia de salitre (sales solubles) en el suelo; se distinguen tres condiciones distintas:

- **Fase ligeramente salina:** de cuatro a ocho mmhos/cm a 25°C, que aparece en la carta de INEGI con el símbolo ls. Se caracteriza porque en los suelos el contenido de sales no es muy alto y sólo impide el desarrollo de cultivos poco resistentes a la salinidad.

- **Fase moderadamente salina:** de ocho a 16 mmhos/cm a 25°C. Aparece con el símbolo ms y en ella el contenido de sales es tal, que la mayoría de los cultivos no se desarrollan o bien se ve disminuido su rendimiento.



- **Fase fuertemente salina:** es mayor de 16 mmhos/cm a 25°C. Aparece simbolizada en la carta de INEGI con las letras fs, y es aquella en que el suelo tiene tantas sales que impide o limita fuertemente el desarrollo de los cultivos en suelos con estas características.

b. Fase sódica

Se refiere a altos contenidos de álcali en el suelo, esto es, gran concentración de sodio que impide o limita muy fuertemente el desarrollo de todos los cultivos. En la carta de INEGI aparece con el símbolo n, y presenta del 15 al 40% de saturación de sodio intercambiable en el suelo.

- **Fase fuertemente sódica:** se refiere a los altos contenidos de álcali en el suelo, esto es, gran concentración de sodio que impide o limita muy fuertemente el desarrollo de todos los cultivos. Aparece con el símbolo X y presenta más del 40% de saturación de sodio intercambiable.

g) Erosión

La acción de algunos agentes como la lluvia, el viento y las corrientes de agua provoca la pérdida de suelo; esto constituye un fenómeno de tipo natural llamado intemperismo, que bajo ciertas condiciones se encuentra en equilibrio con el propio proceso de formación de suelos, sin embargo, en el caso de las actividades humanas, la pérdida de suelo supera su recuperación. La erosión suele estar asociada con la destrucción de los bosques para llevar a cabo actividades como la agricultura, la ganadería y otras, lo cual reduce la capa de humus, disminuye la permeabilidad y el agua de lluvia resbala sin infiltrarse en el suelo. En consecuencia, el régimen hídrico de los ecosistemas forestales se modifica rápidamente, generando fenómenos como las crecidas violentas de los ríos. Para este estudio se obtuvieron los valores de erosión hídrica y eólica que son los procesos erosivos más representativos en México.

Para conocer el tipo de erosión con mayor influencia para la el SA de referencia se utilizaron dos variables: Índice de agresividad de la Lluvia (IALLU) e Índice de Agresividad



del Viento (IAVIE), a partir de la determinación del Periodo de Crecimiento (PECRE) y su posterior integración en las ecuaciones siguientes (SEDESOL-INE, 1993):

$$IALLU = 1.1244 * (PECRE) - 14.7875$$

$$IAVIE = 160.8252 - 0.766 * (PECRE)$$

$$PECRE = 0.2408 * (PP) - 0.0000372 * (PP)^2 - 33.1019$$

Donde:

IALLU = Índice de Agresividad de la Lluvia

IAVIE = Índice de Agresividad del Viento

PECRE = Periodo de crecimiento de un cultivo o número de días con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo

PP = Precipitación media anual (mm)

Con la finalidad de conocer cuál de los dos tipo de erosión (hídrica y/o eólica) es dominante sobre el Sistema Ambiental Regional (SA), se utilizó el Índice de Agresividad de la Lluvia (*IALLU*) y el Índice de Agresividad del Viento (*IAVIE*), esta metodología es retomada del Ordenamiento Ecológico General del Territorio Nacional (SEDESOL-INE, 1993), por lo tanto cuando el *IALLU* sea mayor a 50 se considerará el Sistema Ambiental Regional de influencia hacia la erosión hídrica laminar, y cuando el *IAVIE* sea mayor a 20 el SAR presentará influencia por erosión laminar eólica; los valores 50 y 20 son adimensionales y se utilizan como regla de decisión debido a su alta correlación con niveles elevados de erosión.

Como regla de decisión se tiene que: si *IALLU* es mayor de 50, se considera que el área de estudio (en este caso el SA) presenta influencia por erosión laminar hídrica y si el valor de *IAVIE* es mayor a 20, se considera que el SA es de influencia a la erosión laminar eólica.

Retomando lo anterior y considerando la precipitación media anual obtenida de las normales climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) para los tres sistemas de referencia, SA, AI y AP se presenta el siguiente **Cuadro 4.9**, donde se observa claramente que la erosión eólica presenta mayor importancia debido a que supera la condición mayor a



20, mientras que la erosión hídrica carece de importancia al no rebasar la condición de mayor a 50.

Cuadro 4.9. Determinación de la erosión dominante para las áreas de referencia.

SISTEMA DE REFERENCIA	PRECIPITACIÓN (mm)	PRECRE	IAVIE	IALLU
Sistema Ambiental	233.13	21.01	144.73	8.84
Área de Influencia	231.74	20.70	144.97	8.49
Área del Proyecto	231.22	20.59	145.06	8.36

A continuación se desarrolla la estimación de cada tipo de erosión mediante métodos indirectos.

Erosión Hídrica

La erosión hídrica se define como la remoción laminar o en masa de los materiales del suelo por medio de las corrientes de agua, por acción de éstas se puede deformar el terreno y originar cavernas y cárcavas.

A nivel nacional, en la erosión hídrica el tipo específico dominante es la pérdida de suelo superficial en un 88% (SEMARNAT-CP, 2003). La susceptibilidad en México a este proceso erosivo es elevado debido a que cerca de la mitad del territorio presenta pendientes mayores a tres grados (INE, 2003). Esta característica junto con el manejo inadecuado de los terrenos forestales, agrícolas y ganaderos favorecen las escorrentías que erosionan las capas superficiales del suelo. Para la determinación de este indicador se evalúan factores del medio físico conocidos que ayudan a predecir este fenómeno.

La metodología utilizada para el cálculo de la erosión hídrica (E_p) fue realizada a partir del modelo matemático desarrollado por Wischmeier y Smith (1978) basado en los patrones que establecen la influencia de los factores climáticos, edafológicos y topográficos del lugar, incluyendo la protección del suelo que ofrece la cubierta vegetal.

La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada (RUSLE) es un modelo diseñado para estimar la pérdida de suelo promedio de la erosión por salpicamiento y en canalillos bajo condiciones especificadas para un tiempo prolongado. La RUSLE agrupa



numerosas interrelaciones de parámetros físicos y de manejo que influyen en la tasa de erosión en seis factores principales, cuyos valores pueden ser expresados numéricamente para un sitio específico, y que multiplicados entre sí dan por resultado una estimación de la cantidad de suelo perdido por unidad de superficie (hectáreas) y tiempo (año). Este modelo tiene la siguiente expresión:

$$E = R K L S C$$

Dónde:

- $E =$ Erosión potencial (t/ha/año).
- $R =$ Factor de erosividad por precipitación pluvial (MJ/ha*mm/hr).
- $K =$ Factor de erodabilidad del suelo (t/ha.MJ*ha/mm*hr).
- $L =$ Factor de longitud de pendiente (adimensional).
- $S =$ Factor grado de pendiente (adimensional).
- $C =$ Factor de cubierta vegetal (adimensional).

Esta herramienta provee las bases para la toma de decisiones, al calificar la degradación atribuida a procesos tanto eólicos como hídricos. Es un elemento importante en la evaluación de los suelos, debido a que permite la jerarquización de las acciones de conservación de tal forma que los programas de control de la erosión sean más eficientes y generen resultados visibles a corto plazo. Aplicando los procedimientos para la obtención de cada factor en Sistemas de Información Geográfica (SIG), se obtuvo cartografía (**Figura 4.10**) que muestra la susceptibilidad a la erosión hídrica para el SA, AI y AP. En seguida se describen los parámetros que componen dicha ecuación.

Factor de erosividad de la lluvia (R)

También llamado "factor de la precipitación", se define como el producto de la energía cinética de un lapso de lluvia por su máxima intensidad en 30 minutos. La energía cinética se calcula con la siguiente expresión.

$$E = 0.29 * (1 - 0.72 * e^{-0.05I})$$

Dónde:

- $E =$ Es la energía cinética de 1 mm de lluvia Mj (hamm)⁻¹.
- $I =$ Es la intensidad de lluvia mm hr⁻¹.



La suma de los promedios anuales de " EI " para una región es el índice de erosividad de la lluvia, con la expresión siguiente:

$$R = \frac{\sum(EI_{30})i}{N}$$

Donde:

R = Es la erosividad de la lluvia (en unidades de EI_{30}).

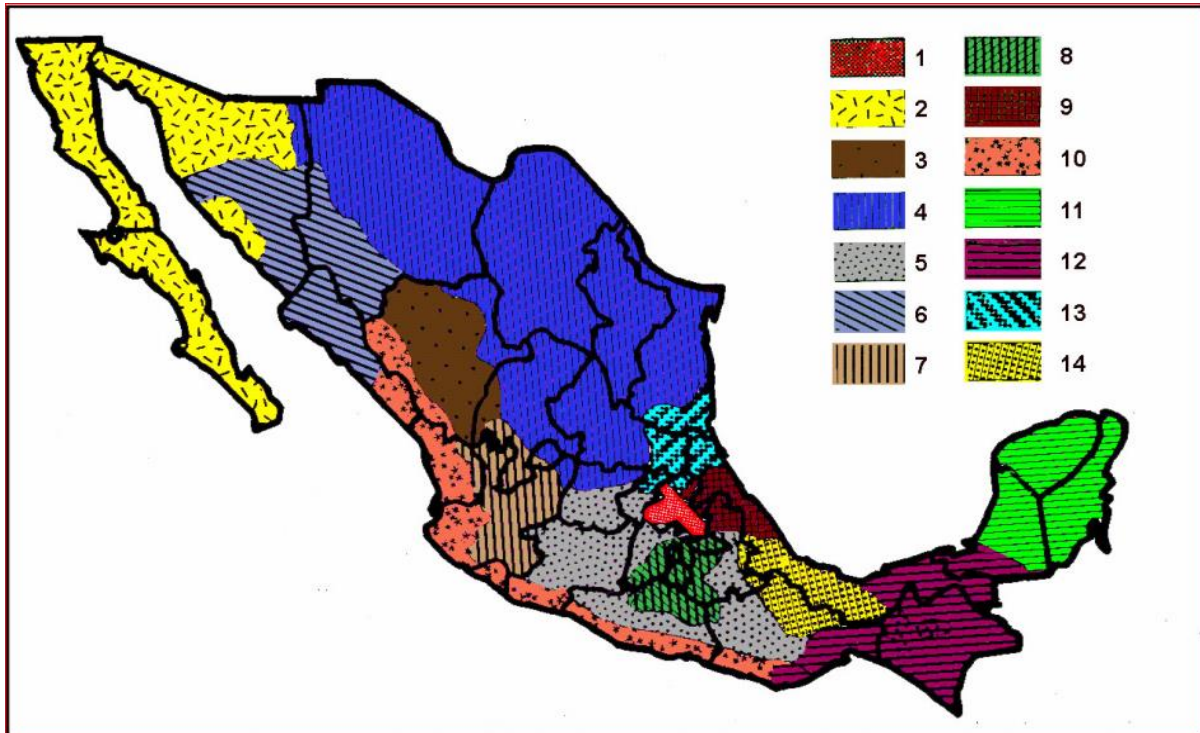
EI_{30} = Es el valor de la energía total de la tormenta por la intensidad máxima en un lapso de 30 minutos.

N = Es el número de tormentas erosivas en un periodo de N años.

Sin embargo, por falta de información de los parámetros mencionados, se utilizó una simplificación de esta metodología, que para el caso de México, Cortés (1991) preparó un mapa de isoerosividad, con información de 53 estaciones meteorológicas con periodos que varían de cuatro a once años. Los promedios anuales encontrados para el índice EI_{30} van de 800 a 16,800 MJ mm ha⁻¹ hr⁻¹ año⁻¹. Dado el escaso número de estaciones con pluviógrafos en el país y la baja escala del plano, fue conveniente regionalizar las estaciones a fin de caracterizar áreas sujetas a condiciones similares de lluvia. De esta manera, Cortés formó catorce regiones diferentes para la república, con referencia a la erosividad de la lluvia. Además, se generaron mediante análisis de regresiones que permiten la estimación del factor R de la RUSLE en función de la lluvia anual para cada una de las regiones. En el caso del área que nos ocupa, se utilizó la ecuación correspondiente para la región IV.

Figura 4.10. Mapa de isoerosividad para la República Mexicana (Cortés, 1991).





En el siguiente **Cuadro 4.10**, se incluyen las ecuaciones para las diferentes regiones en las que se dividió el territorio nacional.

Cuadro 4.10. Ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia (R) en las diferentes regiones del país (Cortés, 1991).

REGIÓN	ECUACIÓN	R ²
I	$R=1.2078(P)+0.002276(P^2)$	0.92
II	$R=3.4555(P)+0.006470(P^2)$	0.93
III	$R=3.6752(P)-0.001720(P^2)$	0.94
IV	$R=2.8559(P)+0.002983(P^2)$	0.92
V	$R=3.4880(P)-0.00088(P^2)$	0.94
VI	$R=6.6847(P)+0.001680(P^2)$	0.9
VII	$R=0.0334(P)+0.006661(P^2)$	0.98
VIII	$R=1.9967(P)+0.003270(P^2)$	0.98
IX	$R=7.0458(P)-0.002096(P^2)$	0.97
X	$R=6.8938(P)+0.000442(P^2)$	0.95
XI	$R=3.7745(P)+0.004540(P^2)$	0.98
XII	$R=2.4619(P)+0.006067(P^2)$	0.96
XIII	$R=10.7427(P)-0.00108(P^2)$	0.97
XIV	$R=1.5005(P)+0.002640(P^2)$	0.95

Factor de erosionabilidad del suelo (K)

Este factor expresa la vulnerabilidad por erosión hídrica de un suelo. Wischmeier y Smith (1978) menciona que las características que tienen un impacto importante a la disposición erosiva de un suelo son:

1. El contenido [%] limo + arena muy fina (0.002-0.1mm).
2. El contenido [%] de arena + arena fina (0.1-2mm).
3. El contenido de materia orgánica [%].
4. La clase de agregación.
5. La permeabilidad.

A la fecha existen dos formas para un cálculo exacto del factor (K), una es calculando el índice de erodabilidad empleando los porcentajes limo-arena-arcilla, la materia orgánica y una aproximación de estructura y permeabilidad; el otro método es mediante el uso de Nomograma del factor de erodabilidad de suelo propuesto por Foster *et al* (1981). Sin embargo, ambos métodos requieren de una exhaustiva recolección de información en campo y análisis en laboratorios haciendo tardado y costos la obtención del factor (K). Por lo tanto se utilizó la metodología propuesta por la FAO, 1980. Para estimar el valor de (K) a partir de



la textura superficial y la unidad de suelo según el sistema de clasificación de la propia FAO (por sus siglas en inglés de Food and Agriculture Organization), los valores a utilizar con este procedimiento se indican en el siguiente cuadro.

Cuadro 4.11. Valores del factor (*K*) para cada tipo de suelo según la clasificación de la FAO.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS (FAO)	SÍMBOLO	ORDEN	TEXTURA			ORDEN	TEXTURA		
			G	M	F		G	M	F
ACRISOLES	A	A	0.026	0.04	0.013	Lo	0.026	0.04	0.013
		Af	0.013	0.02	0.007	Lp	0.053	0.079	0.026
ANDOSOLES	T	Ag	0.026	0.03	0.013	Lv	0.053	0.079	0.026
		Ab	0.013	0.02	0.007	M(g,a)	0.026	0.04	0.013
ARENOSOLES	Q	Ao	0.026	0.04	0.013	N(d,e,b)	0.013	0.02	0.007
		Ap	0.053	0.07 _g	0.029 ₆	O(d,e,x)	0.013	0.02	0.007
CAMBISOLES	B	B	0.026	0.04	0.013	P	0.053	0.079	0.026
		Bc	0.026	0.04	0.013	Pf	0.053	0.079	0.026
CHERNOZEM	C	Bd	0.026	0.04	0.013	Pg	0.053	0.079	0.026
		Be	0.026	0.04	0.013	Ph	0.026	0.04	0.013
FEOZEM	H	Bf	0.013	0.02	0.007	Pi	0.026	0.04	0.013
		Bg	0.026	0.04	0.013	Po	0.053	0.079	0.026
FERRASOLES	F	Bh	0.041	0.02	0.007	Pp	0.053	0.079	0.026
		Bk	0.026	0.04	0.013	Q(a,c,f,l)	0.013	0.02	0.007
FLUVISOLES	J	Bv	0.053	0.07 _g	0.026	R	0.026	0.04	0.013
		Bx	0.053	0.07 _g	0.026	Re	0.026	0.04	0.013
GLEYSOLES	G	C(g,h,b,l)	0.013	0.02	0.007	Rc	0.013	0.02	0.007
		D(d,e,g)	0.053	0.07 _g	0.026	Rd	0.026	0.04	0.013
GREYZEM	M	E	0.013	0.02	0.007	Rx	0.053	0.079	0.026
		F(a,b,o,p,r)	0.013	0.02	0.007	S	0.053	0.079	0.026
HISTOSOLES	O	G	0.026	0.04	0.013	Sg	0.053	0.079	0.026
		Gc	0.013	0.02	0.007	Sm	0.026	0.04	0.013
KASTAÑOZEM	K	Gd	0.026	0.04	0.013	So	0.053	0.079	0.026
		Ge	0.026	0.04	0.013	T	0.026	0.04	0.013
LITOSOLES	I	Gh	0.013	0.02	0.007	Th	0.013	0.02	0.007
		Gm	0.013	0.02	0.007	Tm	0.013	0.02	0.007
LUVISOLES	L	Gp	0.053	0.07 _g	0.026	To	0.026	0.04	0.013
		Gx	0.053	0.07 _g	0.026	Tv	0.026	0.04	0.013
NITOSOLES	N	Gv	0.053	0.07 _g	0.026	U	0.013	0.02	0.007
		H(c,g,h,l)	0.013	0.02	0.007	V(c,p)	0.053	0.079	0.026
PLANOSOLES	W	I	0.013	0.02	0.007	W	0.053	0.079	0.026
		J	0.026	0.04	0.013	Wd	0.053	0.079	0.026
PODZOLES	P	Jc	0.013	0.02	0.007	We	0.053	0.079	0.026
		Jd	0.026	0.04	0.013	Wh	0.026	0.04	0.013



CLASIFICACIÓN DE SUELOS (FAO)	SÍMBOLO	ORDEN	TEXTURA			ORDEN	TEXTURA		
			G	M	F		G	M	F
PODZOLUVISOLES	D	Je	0.026	0.04	0.013	Wm	0.026	0.04	0.013
		Jt	0.053	0.07 _g	0.026	W	0.053	0.079	0.026
RANKERS	U	Jp	0.053	0.07 _g	0.026	Wx	0.053	0.079	0.026
REGOSOLES	R	K(h,k,l)	0.026	0.04	0.013	X(b,k,l,y)	0.053	0.079	0.026
RENDZINAS	E	L	0.026	0.04	0.013	Y(h,k,l,t)	0.053	0.079	0.026
SOLOCHAK	Z	La	0.053	0.07 _g	0.026	Z	0.026	0.04	0.013
SOLONETZ	S	Lc	0.026	0.04	0.013	Zg	0.026	0.04	0.013
VERTISOLES	V	Lf	0.013	0.02	0.007	Zm	0.013	0.02	0.007
XEROSOLES	X	Lg	0.026	0.04	0.013	Zc	0.026	0.04	0.013
YERMOLES	Y	Lk	0.026	0.04	0.013	Zt	0.053	0.79	0.026

G = Gruesa, M = Media y F = Fina

Factor de grado (S) y longitud (L) de la pendiente

El efecto de la topografía sobre la erosión está representado por los factores L y S, para longitud (L) y el grado (S) de la pendiente, en este último caso expresado en porcentaje. A medida que ambas características de la topografía se incrementan, su efecto en la pérdida de suelo es mayor. A menudo estos factores son representados como un factor único: LS.

La longitud de la pendiente (λ) se define como la distancia desde el punto de origen del flujo superficial a cualquiera de los siguientes puntos:

- Punto donde la pendiente decrece de tal manera que empieza a existir sedimentación, o
- Punto donde el agua de escorrentía entra en un canal bien definido, que puede ser parte de una red de drenaje o un canal construido, como el de una terraza, canal interceptor y/o zanja de desviación

Factor L

El factor L es la proporción entre la pérdida de suelo que puede ocurrir en un terreno con longitud de pendiente "x", y la pérdida ocurrida en un terreno de longitud estándar, permaneciendo constantes los demás factores, esto es:



$$L = \frac{\text{Pérdida de suelo con longitud } x}{\text{Pérdida de suelo con longitud estándar (22.1 m)}}$$

Para obtener el valor numérico del factor con esta relación, sería necesario contar con datos experimentales para cada caso, lo que limitaría enormemente su uso; sin embargo, se ha desarrollado un procedimiento sencillo de cálculo para este factor, a partir de datos obtenidos con lotes de escurrimiento de longitud estándar (Wischmeier y Smith 1978). De esta manera, el factor L está definido por la siguiente relación:

$$L = [\lambda/22.1]^m$$

Donde:

λ = Longitud de la pendiente proyectada en un plano horizontal (m)

m = es el exponente de la longitud de la pendiente:

$$m = \frac{F}{(1 + F)}$$

Y F está determinado por:

$$F = \frac{\sin \beta / 0.0896}{3(\sin \beta)^{0.8} + 0.56}$$

Para determinar el factor L con el área de drenaje aportadora se utilizó la siguiente expresión (Desmet & Govers, 1996):

$$L_{(i,j)} = \frac{(A_{(i,j)} + D^2)^{m+1} - A_{(i,j)}^{m+1}}{D^{m+2} * (22.13)^m}$$

Donde:

$A_{(i,j)}$ = área aportadora unitaria a la entrada de un pixel

D = tamaño de pixel

m = es el exponente de la longitud de la pendiente

Factor S

Es el grado de inclinación de la pendiente, representa los efectos de la inclinación en la erosión. La pérdida de suelo se incrementa más rápidamente con pendientes muy escarpadas en comparación con el incremento de la longitud de la pendiente. Se define como el cociente de la pérdida de suelo en el campo entre la que ocurre en una parcela de 9% de inclinación bajo idénticas condiciones. La relación entre la pérdida del suelo y los



gradientes se ve influenciada por la densidad de la cobertura vegetal y el tamaño de las partículas del suelo.

El ángulo β se toma como el ángulo medio a todos los pixeles en la dirección de mayor pendiente (McCool et al, 1987, 1989).

Si $\tan\beta_{(i,j)} < 0.09$ entonces se usa la siguiente expresión:

$$S_{(i,j)} = 10.8 \sin\beta_{(i,j)} + 0.03$$

De lo contrario si $\tan\beta_{(i,j)} \geq 0.09$ se usará la siguiente expresión:

$$S_{(i,j)} = 16.8 \sin\beta_{(i,j)} - 0.5$$

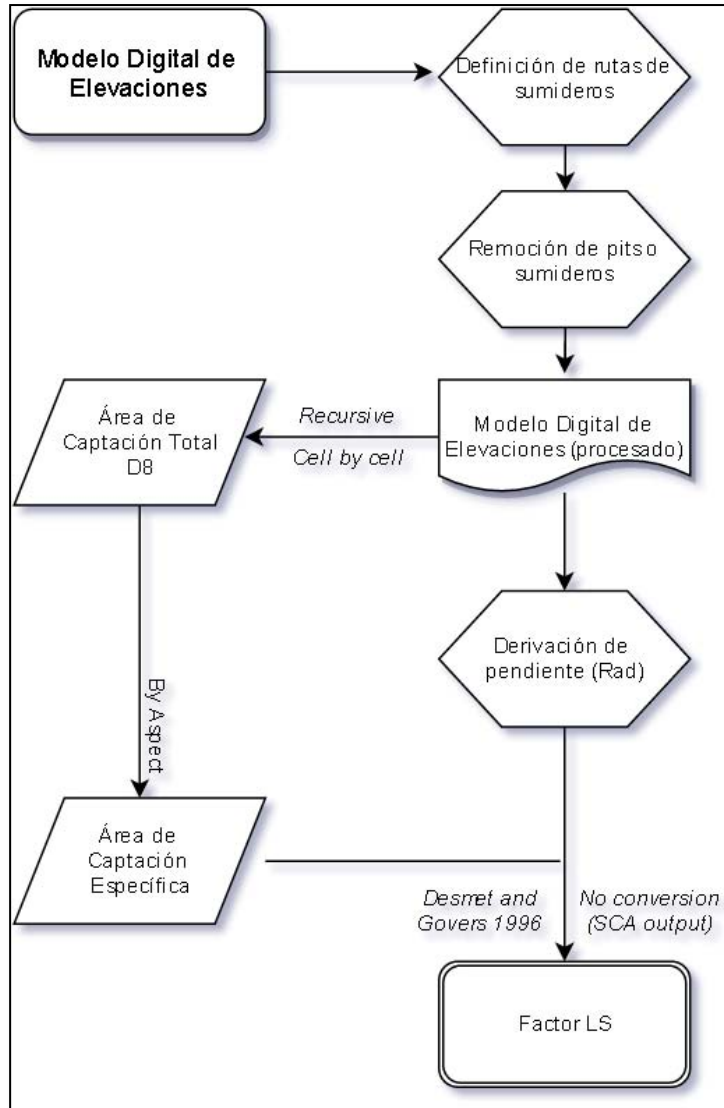
Dada la complejidad que representa la generación de estos factores de manera manual, se desarrolló un modelo utilizando las ecuaciones anteriores integrándolas en un modelo construido en un entorno SIG, el cual se presenta en la **Figura 4.11**.

El elemento principal del modelo para la obtención de los factores *LS* es un modelo digital de elevación MDE cuya resolución es de 15 m, este modelo es una representación digital del terreno y cada pixel presenta valores que indican la altitud en metros sobre el nivel del mar.

En la siguiente figura se presenta el diagrama de cálculo generado, la plataforma utilizada fue *System for Automated Geoscientific Analysis* (SAGA-GIS) en su versión 2.2.7.



Figura 4.11. Diagrama metodológico para la generación de los factores (LS).



Factor de uso y manejo del suelo y vegetación (C)

Este parámetro relacionado con la cobertura vegetal representa la capacidad de la vegetación para impedir el arrastre de sedimentos; es decir, si el suelo permanece desnudo durante la época de lluvias, su capacidad de permitir el arrastre de material es más alta que si tuviese algún tipo de cobertura, de tal forma que su determinación se realiza considerando estas condiciones. Dentro de la RUSLE, el parámetro C representa un factor de reducción de la erosión, por lo que su valor fluctuará entre el 0 y el 1, entre más cercanos sean los valores a la unidad, corresponderá a una condición de escasa cobertura vegetal, y viceversa, entre más cercanos al cero, la cobertura vegetal será más abundante.

El factor C se da generalmente en términos de su valor promedio anual para una combinación dada de vegetación presente, sistemas de cultivo, manejo y lluvia. Los valores de C se obtuvieron a partir de tablas contenidas en Figueroa *et al.* (1991), agrupándose de la siguiente manera como se presenta en el **Cuadro 4.12**.

Cuadro 4.12. Valores del factor (C) de acuerdo a la cobertura vegetal.

CUBIERTA VEGETAL	FACTOR C
Arbolado Denso	0.001 – 0.003
Arbolado Clareado	0.003 – 0.009
Arbolado muy Clareado	0.041
Matorral con buena cobertura	0.003 – 0.013
Matorral Ralo	0.013 – 0.020
Cultivos Anuales y Herbáceas	0.25
Pastizales	0.15
Plantas Herbáceas	0.003
Cubierta escasa (60%)	0.15 – 0.29
Cubierta inapreciable	0.45

Una vez estimados los cinco componentes de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada ($R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C$) con la metodología anterior y utilizando la herramienta algebra de mapas en un entorno SIG, se hizo una multiplicación lineal de sus factores, obteniendo la erosión promedio en toneladas por hectárea por año ($t \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$).



Wischmeier y Smith 1965 propusieron la siguiente clasificación de acuerdo a la pérdida de suelo (**Cuadro 4.13**).

Cuadro 4.13. Intervalos de clases para la erosión hídrica.

GRADO DE EROSIÓN	RANGO (t ha ⁻¹ año ⁻¹)
Incipiente	< 5
Ligera	5 - 10
Moderada	10 -50
Severa	50 - 200
Muy severa	> 200

Para conocer la erosión promedio por hectárea por año se utilizó una herramienta de estadística zonal, la cual toma de referencia la superficie de cada sistema de referencia (SA, AI y AP) y promedia los valores de erosión. En el **Cuadro 4.14** se presenta la erosión para cada sistema, el valor más alto corresponde al SA y el más bajo al área del Proyecto, sin embargo, en los tres casos la erosión promedio no llega a la unidad, por lo tanto la erosión, considerando los rangos de cuadro anterior, pertenece al grado de erosión más bajo: incipiente.

Cuadro 4.14. Erosión hídrica promedio para cada sistema de referencia

SISTEMA DE REFERENCIA	EROSIÓN HÍDRICA (ton/ha/año)
Sistema Ambiental	0.2339
Área de Influencia	0.1065
Área del Proyecto	0.0875

Con la finalidad de conocer la distribución de la superficie por clases de erosión hídrica para el SA, AI y AP se presenta el **Cuadro 4.15**. Para los tres sistemas, la erosión que ocupa el mayor porcentaje de superficie corresponde a la erosión de clase incipiente, con porcentajes por encima del 99%; las clases ligera, modera, y severa presentan superficies por debajo del 1%, la erosión de clase muy severa está ausente. Los valores tan



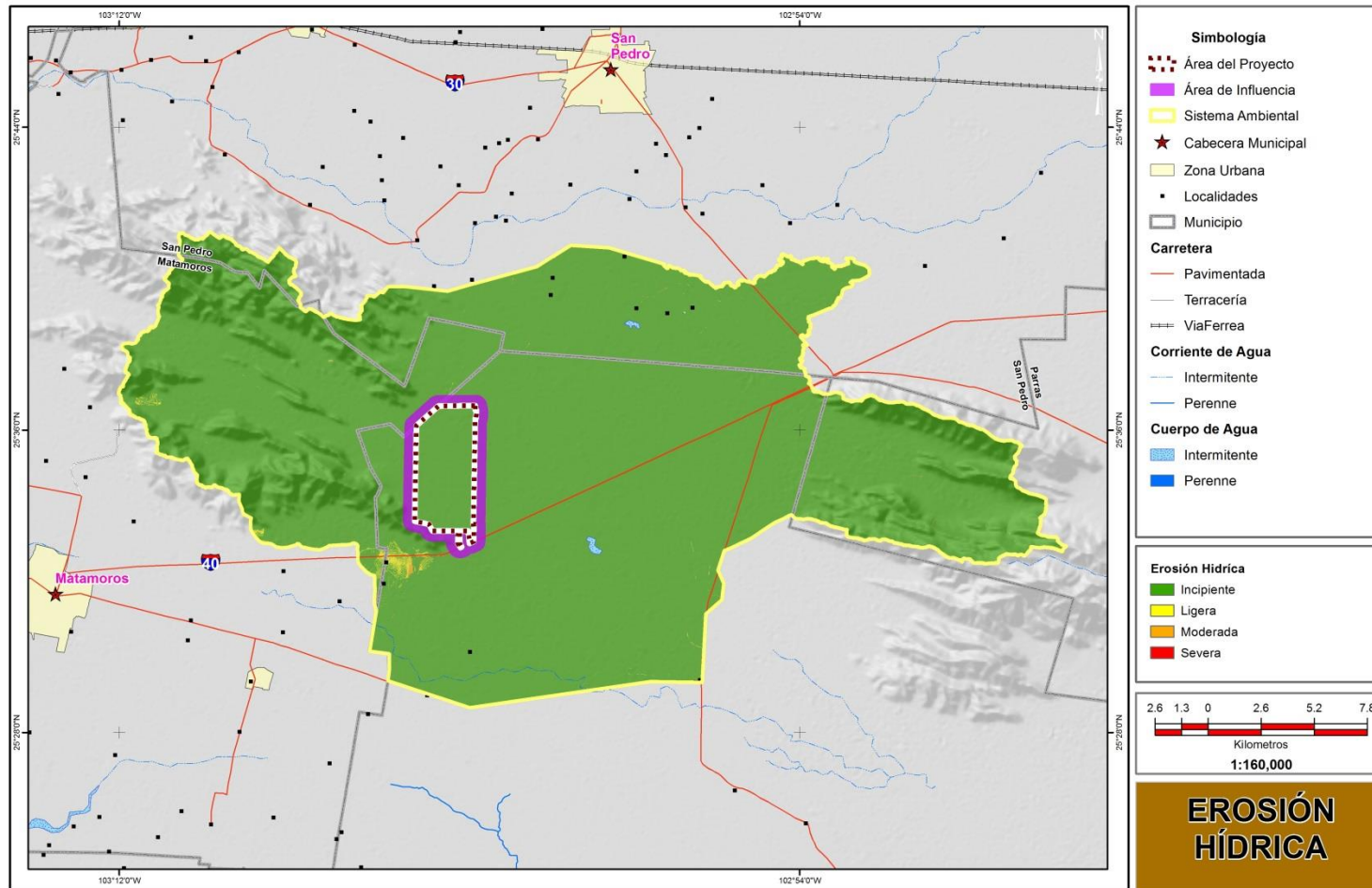
reducidos de erosión hídrica obedecen básicamente a la nula pendiente y a la escasa precipitación.

En la **Figura 4.12**, se observa la distribución de erosión hídrica con los respectivos sistemas de referencia, la zona con mayor presencia de erosión de clases ligera moderada y severa se localiza al suroeste y corresponde a zonas agrícolas, donde debido a la intervención antrópica, la erosión es más susceptible.

Cuadro 4.15. Distribución de superficie para el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto por clases de erosión hídrica

CLASE	SUPERFICIE	
	(ha)	(%)
SISTEMA AMBIENTAL		
Incipiente	54,808.6751	99.6267%
Ligera	177.8885	0.3234%
Moderada	25.9374	0.0471%
Severa	1.5549	0.0028%
Muy severa	0.0000	0.0000%
Total	55,014.0559	100.0000%
ÁREA DE INFLUENCIA		
Incipiente	2,532.1328	99.9441%
Ligera	1.1022	0.0435%
Moderada	0.1800	0.0071%
Severa	0.1350	0.0053%
Muy severa	0.0000	0.0000%
Total	2,533.5500	100.0000%
ÁREA DEL PROYECTO		
Incipiente	1,533.6289	99.9530%
Ligera	0.4056	0.0264%
Moderada	0.1803	0.0118%
Severa	0.1352	0.0088%
Muy severa	0.0000	0.0000%
Total	1,534.3500	100.0000%

Figura 4.12. Erosión hídrica para Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto Villanueva Solar.



Erosión eólica

La erosión eólica es el proceso por el cual el viento recoge y transporta el material superficial del suelo y las partículas llevadas por él, desgastan la superficie del terreno (Wilson, 1984). Este tipo de erosión es quizá más dañina que la hídrica ya que es de difícil percepción, remueve la capa más fértil del suelo que entra en suspensión y se convierte en polvo atmosférico (Lyles, 1974).

Este tipo de erosión actúa de manera similar a la hídrica: remoción, transporte y deposición de las partículas de suelo (SEMARNAT, 2002) y, depende de la energía cinética del fluido, en este caso el aire, que actúa sobre la superficie del suelo. Los vientos con velocidades de menos de 12 a 19 km/h a 1 m por encima del suelo casi nunca tienen la energía suficiente para desprender y poner en movimiento partículas del tamaño de la arena. El desplazamiento de los suelos muy erosionables comienza normalmente cuando el viento alcanza una velocidad de avance de 25 a 30 km/h a una altura de 30 cm por encima de la superficie del suelo (Hopkins *et al.*, 1937)

Este parámetro se estimó siguiendo la metodología propuesta en el Ordenamiento Ecológico General del Territorio Nacional (SEDESOL - INE, 1993) mediante la siguiente expresión:

$$E = CATEX * CAUSO * IAVIE$$

Donde:

E = Erosión eólica ($t\ ha^{-1}\ año^{-1}$)

CATEX = Calificación de unidad edafológica de acuerdo a su textura y fase física (adimensional)

CAUSO = Calificación de cobertura vegetal (adimensional)

IAVIE = Índice de agresividad del viento (adimensional)

Erodabilidad por efecto de la textura (CATEX)

Para la creación de la primera capa "CATEX" se califica cada unidad edafológica presente en el área de estudio, de acuerdo primeramente, a su condición de calcáreo o no



calcáreo, siguiendo con la clase textural y fase física. Los valores se presentan en el siguiente **Cuadro 4.16**.

Cuadro 4.16. Valores de CATEX de acuerdo a la condición calcárea del suelo.

SUELOS CALCÁREOS	
TEXTURA Y FASE DE SUELOS CALCÁREOS	CATEX
1	3.5
2	1.75
3	1.85
Pedregosa o gravosa	0.87
SUELOS NO CALCÁREOS	
TEXTURA Y FASE DE SUELOS NO CALCÁREOS	CATEX
1	3.5
2	1.25
3	1.85
1 y fase gravosa o pedregosa	1.75
2 y fase gravosa o pedregosa	0.62
3 y fase gravosa o pedregosa	0.92

Factor de protección por cobertura del suelo (CAUSO)

Calificación de protección por uso de suelo y vegetación "CAUSO", esta capa se elaboró a partir del uso de suelo y vegetación presentes en el área de estudio. Los valores para las diferentes condiciones respecto al uso de suelo se presentan a continuación en el **Cuadro 4.17**.

Cuadro 4.17. Valores de CAUSO de acuerdo al uso de suelo.

USO DEL SUELO	CAUSO
Agricultura de temporal, chinampa, nopalera	0.70
Predio baldío, sitio de extracción, zona sin vegetación aparente	0.50
Matorral, vegetación secundaria arbustiva y herbácea, pastizal, barranca	0.30
Pastizal de alta montaña, zona mixta de pastizal y bosque de oyamel, zona mixta de pastizal y bosque de pino	0.25
Bosque de encino perturbado, bosque de oyamel perturbado, bosque de pino perturbado, bosque inducido,	0.21



USO DEL SUELO	CAUSO
bosque mixto de encino-pino, (incluye pino-encino) perturbado, bosque mixto de pino-oyamel (incluye oyamel, pino) perturbado	
Agricultura de riego, bosque de encino, bosque de oyamel, bosque de pino, bosque mixto de encino-pino (incluye pino-encino), bosque mixto de pino-oyamel (incluye oyamel-pino)	0.20
Zona mixta de matorral con pinar	0.16
Humedal, zona inundable	0.05
Asentamiento humano, cuerpo de agua, infraestructura, vialidad, zona de crecimiento urbana, zona urbana	0.00

Factor del Índice de Agresividad del Viento (IAVIE)

El factor índice de agresividad del viento "IAVIE" se generó utilizando la precipitación media anual, la cual se integra en la expresión PECRE (periodo de crecimiento) y se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo.

$$PECRE = 0.2408(PP) - 0.0000372(PP)^2 - 33.1019$$

Donde:

PECRE = Periodo de crecimiento (días con disponibilidad de agua y temperatura favorables para el desarrollo de un cultivo)

PP = Precipitación media anual (mm)

El valor obtenido para PECRE se integra en la siguiente expresión para determinar el Índice de Agresividad del Viento "IAVIE".

$$IAVIE = 160.8252 - 0.7660(PECRE)$$

La precipitación se tomó de las estaciones de la red del SMN más cercanas al SA y se realizó una interpolación para obtener una cobertura que abarcara la totalidad de dicho sistema, el resultado fue un archivo raster donde cada celdilla o pixel presenta información de precipitación anual. Con una herramienta de estadística zonal² se obtuvieron los valores

² La estadística zonal es una herramienta de análisis que extrae los valores de un conjunto de celdillas (píxeles) sobre la referencia de un polígono, contenido en un archivo vectorial, para dar como resultado una tabla con las estadísticas (valores mínimos, máximos, media, rango, desviación estándar, etc.) para cada registro contenido en dicho archivo vectorial.



promedio de precipitación para cada cobertura vegetal y unidad edafológica, por último, se aplicaron las ecuaciones anteriores para obtener el IAVIE.

Estimados los tres factores (*CATEX*, *CAUSO*, *IAVIE*) para cada tipo de cobertura y asociación edafológica se hizo la multiplicación obteniendo la pérdida de suelo por el efecto del viento en toneladas por hectárea por año ($t\ ha^{-1}\ año^{-1}$).

Los valores obtenidos pueden ser reagrupados de acuerdo a la clasificación propuesta por la SEDESOL-INE, 1993 (**Cuadro 4.18**).

Cuadro 4.18. Rangos para las clases de erosión eólica.

GRADO DE EROSIÓN	RANGO ($t\ ha^{-1}\ año^{-1}$)
Sin erosión	< 12
Ligera	12 - 50
Moderada	50 - 100
Alta	100 - 200
Muy alta	> 200

Para conocer la erosión promedio por hectárea por año se utilizó una herramienta de estadística zonal, la cual toma de referencia la superficie de cada sistema de referencia (SA, AI y AP) y promedia los valores de erosión eólica. En el **Cuadro 4.19** se presenta la erosión para cada sistema, el valor más alto corresponde al AP y el más bajo al SA, sin embargo, en los tres casos la erosión promedio se encuentra dentro del rango de la erosión eólica de clase alta.



Cuadro 4.19. Erosión eólica promedio para cada sistema de referencia.

SISTEMA DE REFERENCIA	EROSIÓN EÓLICA (ton/ha/año)
Sistema Ambiental	105.5351
Área de Influencia	137.3200
Área del Proyecto	142.8607

Con la finalidad de conocer la distribución de la superficie por clases de erosión eólica para el SA, AI y AP se presenta el **Cuadro 4.20**.

Cuadro 4.20. Superficie del Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto distribuida por clases de erosión eólica.

CLASE	SUPERFICIE	
	(ha)	(%)
SISTEMA AMBIENTAL		
Sin erosión	49.5241	0.0900%
Ligera	537.0181	0.9761%
Moderada	28,774.0146	52.3030%
Alta	25,603.5470	46.5400%
Muy Alta	49.9520	0.0908%
Total	55,014.0558	100.0000%
ÁREA DE INFLUENCIA		
Sin erosión	0.0000	0.0000%
Ligera	0.0000	0.0000%
Moderada	15.1657	15.1657%
Alta	84.8343	84.8343%
Muy Alta	0.0000	0.0000%
Total	100.0000	100.0000%
ÁREA DEL PROYECTO		
Sin erosión	0.0000	0.0000%
Ligera	0.0000	0.0000%
Moderada	146.7874	9.5667%
Alta	1,387.5626	90.4333%
Muy alta	0.0000	0.0000%
Total	1,534.3500	100.0000%



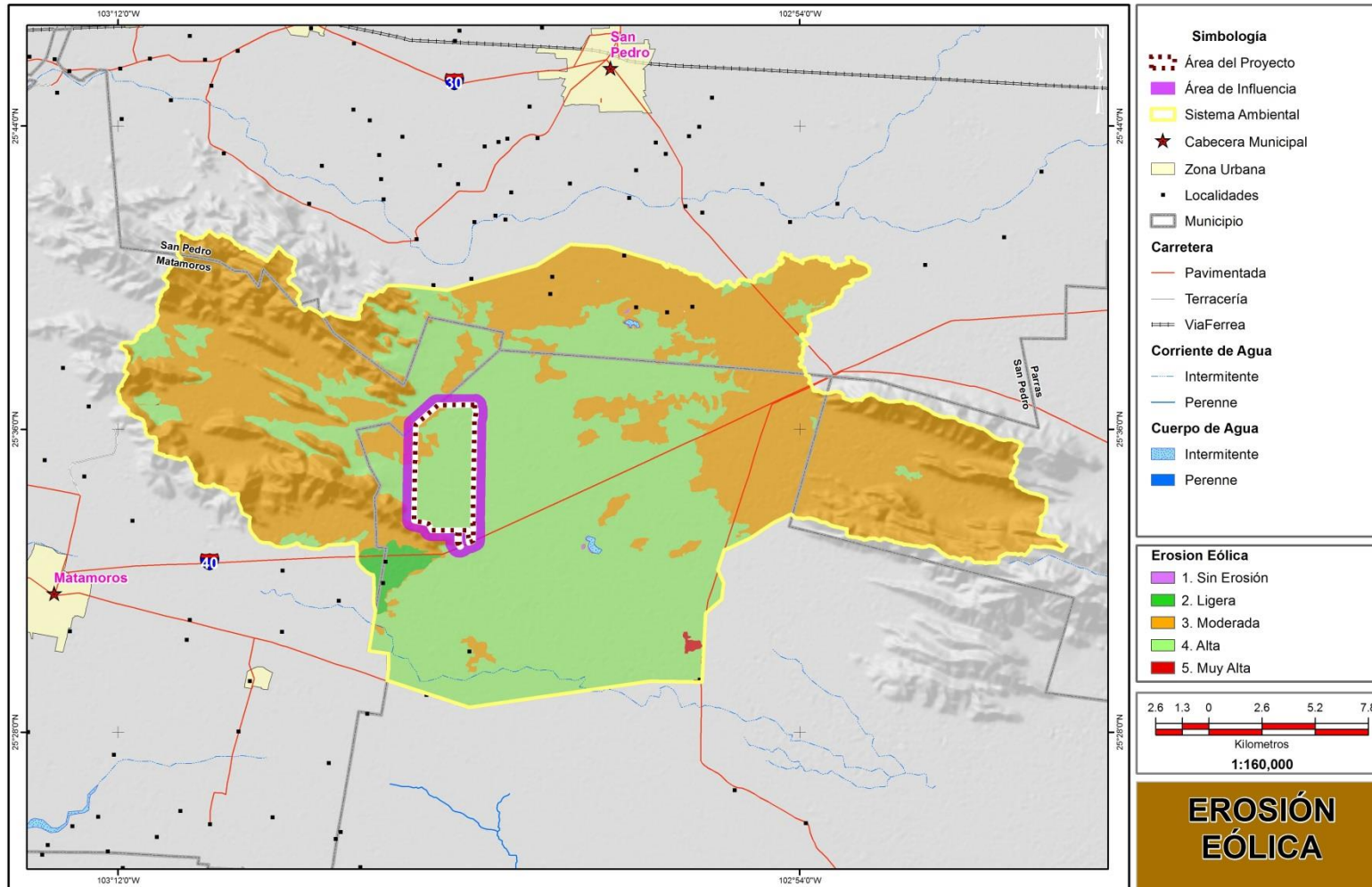
Para el SA el 52.30% de la superficie presenta erosión eólica de clase moderada; el 46.54% de la superficie presenta erosión de clase alta, la superficie restante que acumula el 1.157% se distribuye en las clases ligera, muy alta y sin erosión. Para el AI la superficie se distribuye en dos clases: el 84.83% de la superficie en clase alta, el resto 15.166% se presenta en la clase moderada; para el AP la distribución de la superficie es muy similar, el 90.43% presenta erosión de clase alta, y el resto de la superficie corresponde a erosión eólica de clase moderada.

En la **Figura 4.13** se aprecia la distribución de las diferentes clases sobre el SA, AI y AP. La erosión de clase alta se distribuye sobre una gran superficie del SA, principalmente al centro, donde se forma un valle que transcurre de norte a sur, donde prácticamente están ausentes las serranías, esta condición propicia el flujo de corrientes de aire, las cuales favorecen la erosión eólica, sobre el oriente y poniente se aprecian formaciones serranas las cuales actúan como una barrera natural que reducen ligeramente la velocidad del viento, por lo tanto, la erosión eólica es menor. Los valores más bajos de erosión eólica se presentan de manera aislada sobre cuerpos de agua y áreas agrícolas, donde las condiciones del suelo han sido modificadas por influencia antrópica, limitando el efecto erosivo del viento.

Los valores obtenidos son congruentes con los resultados estimados al principio de este tema donde se indicó que la erosión eólica es la dominante para la región donde se encuentra el SA, el AI y el Proyecto.



Figura 4.13. Erosión eólica para el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto Villanueva Solar.



h) Hidrología Superficial y Subterránea

● Hidrología superficial

El Sistema Ambiental (SA) se enmarca dentro de la Región Hidrológica Administrativa VII Cuencas Centrales del Norte, la cual abarca parcialmente los estados de Zacatecas, San Luis Potosí, Tamaulipas, Nuevo León, Durango, Chihuahua y la parte sur, suroeste y oeste de Coahuila. Esta región aglutina a las regiones hidrológicas 35 Mapimí, 36 Nazas – Aguanaval y 37 El Salado. Todas estas regiones hidrológicas con la peculiaridad de ser sistemas endorreicos que dan lugar a cuerpos de agua intermitentes de tipo estacional.

En forma específica el SA, pertenece a la Región hidrológica 36, del Nazas – Aguanaval, la cual se localiza en la mesa del norte de la República Mexicana, abarca parte de los estados de Durango, Zacatecas y Coahuila, que corresponde a las cuencas cerradas de los ríos Nazas y Aguanaval. En lo que corresponde a las aguas superficiales tienen como origen el Río Nazas y el Río Aguanaval, siendo el primero el que abastece la mayor proporción de agua a la cuenca. El Río Nazas se forma a partir de la confluencia del Río Sixtín y del Río Ramos, mientras que el Aguanaval es resultado de la unión de los Ríos Saín Alto y Trujillo

La Región Hidrológica No. 36, Nazas-Aguanaval, se integra por 33 municipios de los estados de Coahuila (6), Durango (21) y Zacatecas (6), cubre una superficie aproximada de 116 mil 692 km² y es conformada por cinco cuencas hidrológicas, ubicándose el SA en los límites donde confluyen tres de las cinco cuencas de la región, en lo que se puede denominar la cuenca baja de los tres sistemas; la cuenca del Río Nazas –Torreón (RH36A), la cuenca del Río Aguanaval (RH36D) y la cuenca del Lago de Mayrán y Viesca(RH36E).

Los escurrimientos superficiales de esta región están constituidos por corrientes de agua intermitentes, con escorrentías efímeras asociadas a eventos de precipitación. La parte sur del SA pertenece a la subcuenca RH36D-a R. Aguanaval- Nazarenos, cuyas aguas corren sur a norte hasta girar al oriente tributando hacia la laguna de Viesca, que hoy en día se mantiene seca por el desvío de aguas del Río Aguanaval para su uso en el distrito de riego 17.



Las subcuencas RH36A-a Río Nazas – Canal de Santa Rosa y RH36E-b Laguna de Mayrán confluyen hacia la parte norte del SA, ambas afluentes de lo que fue un cuerpo de agua estacional de poca profundidad, secado desde la década de los años 40 en el siglo XX tras la puesta en operación de la presa Lázaro Cárdenas, en el estado de Durango, disminuyendo el cauce del Río Nazas el cual fue canalizado para riego de zonas agrícolas. De esto modo las escorrentías sobre estas subcuencas es mínima y presente solo durante la temporada de lluvias alimentados por corrientes de primer orden de la sierras periféricas, generando someros flujos laminares y pequeños encharcamientos de corta duración que se pierden por evaporación principalmente.

Es importante mencionar que estos cuerpos de agua estacionales representaron, en su momento, la principal recarga del acuífero. En general el SA está constituido por valles y depresiones que forman pendientes bajas, donde las corrientes superficiales prácticamente están ausentes, representando una zona que propicia la infiltración del agua, por lo que su importancia radica en la recarga que representa para el acuífero. Las pendientes de baja densidad así como la ausencia de drenaje, son parámetros que indican, que el mayor porcentaje de agua que sobre ellas escurre tiende a infiltrarse al acuífero, a través de los materiales granulares, las fracturas y diaclasas que los caracterizan.

Hidrología subterránea

El SA se ubica principalmente sobre el Acuífero 0523 PRINCIPAL-REGIÓN LAGUNERA. Este acuífero cubre una superficie de 14,548 km² y es considerado como sobreexplotado con un déficit de 123,591,952 de m³ anuales.

Al extremo oriente del SA, fuera del área de influencia, en la zona tocante a las sierras Mayrán y Parras, junto con los terrenos intermedios entre ellas, sobreyasen a los acuíferos La Paila (parte norte de las sierras) y el acuífero Saltillo Sur (parte sur de las sierras).

El primero de estos acuíferos (La Paila, clave 0509) es una sobreexplotado, la disponibilidad media anual de agua subterránea presenta un déficit de 9.991624 millones de metros cúbicos anuales. En el caso de El acuífero Saltillo Sur, clave 0521, presenta disponibilidad media anual para otorgar nuevas concesiones o asignaciones; sin embargo, el acuífero debe estar sujeto a una extracción, explotación, uso y aprovechamiento controlados para lograr la sustentabilidad ambiental y prevenir la sobreexplotación del acuífero



Sin embargo estos acuíferos, como ya se mencionó anteriormente, se encuentra fuera del área de influencia del proyecto y por lo tanto no existe injerencia en ellos. Por lo tanto se describen solo las características principales del acuífero clave 0523 PRINCIPAL-REGIÓN LAGUNERA sobre el cual se ubica el proyecto y su área de influencia.

Tipos de acuífero

El acuífero presenta dos tipos de capas almacenadoras de aguas subterráneas, la primera se encuentra estrechamente asociada a la presencia de sedimentos granulares, en tanto que la segunda se asocia con un medio fracturado constituido principalmente por rocas sedimentarias calcáreas y en menor porción por materiales de origen ígneo.

Las litofacies asociadas a los medios poroso y fracturado constituyen un sistema acuífero que fluctúa de libre a semiconfinado y en determinadas áreas su comportamiento corresponde a un acuífero del tipo confinado, lo cual es producto de los cambios de conductividad hidráulica atribuibles a la diversidad de litologías, tanto vertical como lateral en subsuelo, teniendo un peso significativo, dentro de las conductividades hidráulicas presentes en el acuífero.

Geología de los Estratos que Constituyen el Subsuelo

Se encuentran materiales granulares distribuidos a lo largo de todo el valle que corresponden con sedimentos de ambientes aluviales, fluviales y lacustres. Los primeros se encuentran localizados en las inmediaciones de las sierras, en donde llegan a desarrollar espesores de 100 a 250 m y extensiones laterales de 2.5 hasta 5 km, conformando una geometría lenticular, interdigitándose lateralmente con los sedimentos fluviales de facies de planicies de inundación. Por otra parte, en las zonas donde se encuentran los bajos estructurales, se considera que las facies de abanicos aluviales alcanzaron a conformar cuerpos granulares de 150 a 700 m, debido a la actividad de las fallas normales.

Los sedimentos depositados como producto del transporte de los ríos Nazas y Aguanaval en facies de canales, bancos de arenas y planicies o llanuras de inundación, constituyen gran parte del volumen del material granular que relleno el valle de la Laguna. Las facies de canales asociadas al río Nazas se encuentran distribuidas principalmente a lo largo de una franja orientada N-S, entre la ciudad de Gómez Palacio y la población de Tlahualilo de Zaragoza, la amplitud de esta franja es de 25 km, aproximadamente.



En lo que respecta a las facies de planicies de inundación, representadas por clásticos del tamaño de arenas, limos y arcillas, éstas constituyen el mayor volumen de sedimentos depositados a lo largo de toda la extensión del acuífero, comparativamente con las facies de canales fluviales y lacustres. Los valores de permeabilidad en estos cuerpos de sedimentos son menores a los que presentan los lentes de gravas y arenas de las facies de canales.

Las zonas en donde las facies de planicies de inundación tienden a predominar sobre las de canales fluviales, se localizan hacia los flancos de la zona de canales asociados a la antigua trayectoria del río Nazas, la cual se encuentra a lo largo de una franja orientada N-S, entre la ciudad de Gómez Palacio y la población de Tlahualilo de Zaragoza, asimismo las facies de planicies de inundación se encuentran tanto al norte, como a lo largo del cauce del río Aguanaval.

Los sedimentos arcillosos de facies lacustres se localizan hacia los sectores centro septentrional (Laguna de Tlahualilo), centro oriental (Laguna de Mayrán) y sur oriente del valle (Laguna de Viesca).

Ubicación de pozos y norias explotadas

El censo de aprovechamientos hidráulicos subterráneos reportado, revela la existencia de 3,577 aprovechamientos, de los cuales 59 son inactivos. De los aprovechamientos activos, 2,834 se estima un volumen de extracción de 1,045.2 Mm³/año son utilizados para fines agrícolas, 83 doméstico (9.2 Mm³/año), para público urbano 349 (127.8 Mm³/año), 84 son utilizados en actividades industriales (23.1 Mm³/año), 208 pecuarios (13.4 Mm³/año) y 19 (3.1 Mm³/año) para servicios; con los cuales, se explotaba un volumen del orden de 1,221.8 Mm³/año.

Al interior del sistema ambiental se ubica un solo pozo, localizado al extremo sur en el ejido Emiliano Zapata del municipio de Viesca, además de una noria al extremo opuesto en terrenos pertenecientes al Ejido San Marcos en el municipio de San Pedro de las Colonias. En el primero de los casos, pozo en Emiliano Zapata, usado para riego, sus aguas tienen una calidad calificada como C3-S1, indicando agua altamente salina (C3), no recomendable para su uso en suelos con drenaje deficiente, su pH de 8 indica presencia importante de sales, principalmente contenidos elevados de CaCO₃ y HCO₃. Características similares se encuentran en la noria, donde a pesar de tener un pH 7, el contenido de CaCO₃ es superior a los 2100 mg/l, lo que clasifica el agua como C4-S1. Señalando agua muy altamente salina lo que se considera agua muy dura, no apto su uso en el



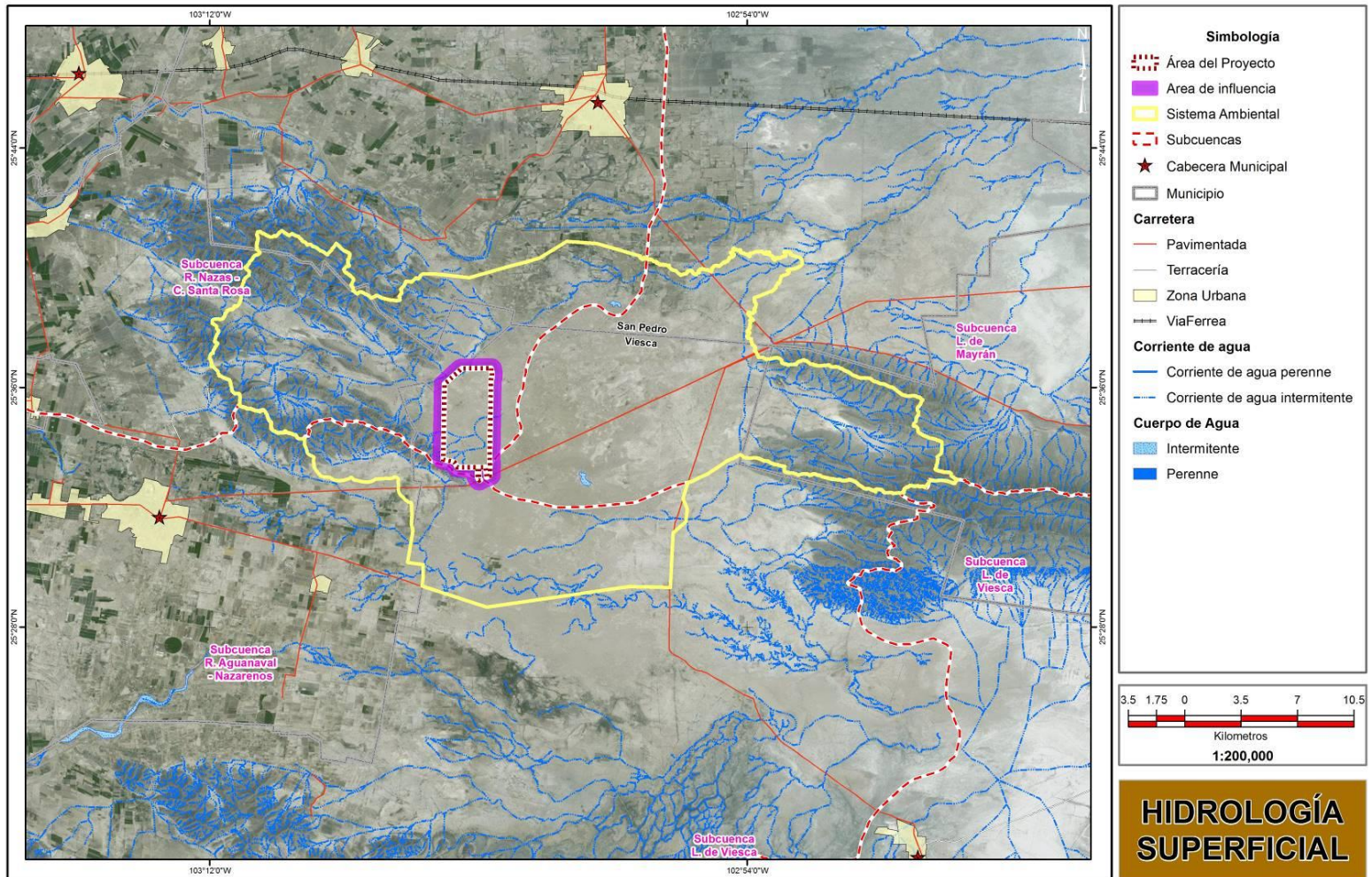
riego de casi cualquier suelo. En ambos casos la calidad es calificada como S1 indicando bajo contenido de sodio

Recarga

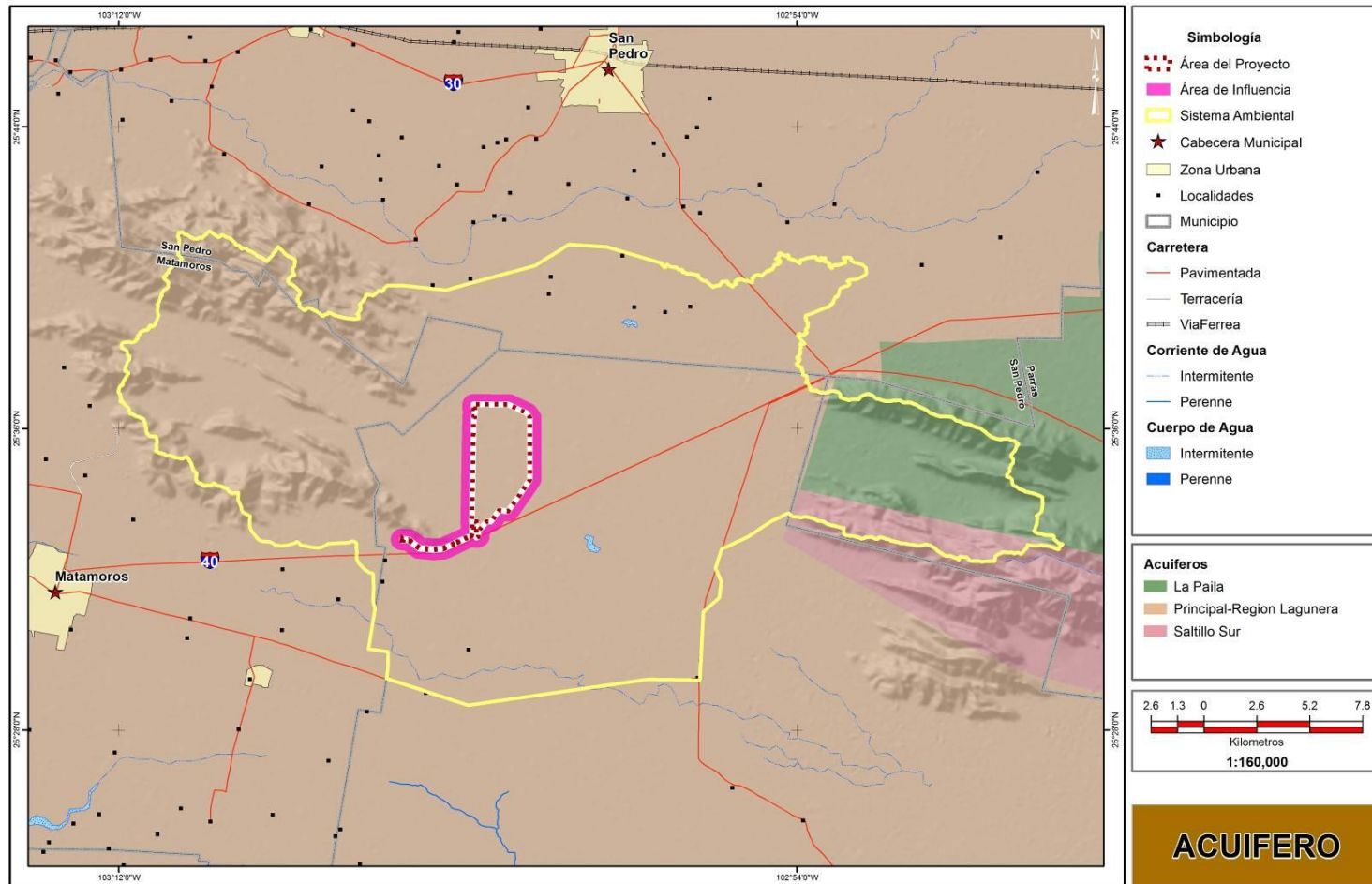
De acuerdo al último reporte de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) La recarga total para todo el acuífero "Principal – Región Lagunera" es de 518 millones de m3.



Cuadro 4.8. Hidrología superficial en el sistema ambiental del proyecto.



Cuadro 4.9. Hidrología subterránea en el sistema ambiental del proyecto



IV.2.1.2 Aspectos bióticos

a) Flora

El SA se ubica dentro del reino neotropical, a su vez forma parte de la región xerofítica mexicana. Se localiza en la provincia de la altiplanicie que es la que corresponde al área de estudio, se extiende desde Chihuahua y Coahuila hasta Jalisco, Michoacán, Estado de México, Tlaxcala y Puebla. La vegetación predominante consiste en matorrales xerófilos, aun cuando también son frecuentes los pastizales y el bosque espinoso (mezquital) (Rzedowski, 1978).

El matorral xerófilo es la cubierta vegetal de las regiones de clima árido y semiárido de México se caracteriza por un número considerable de formas biológicas que constituyen aparentemente otros tantos modos de adaptación del mundo vegetal para afrontar la aridez. Son particularmente notables los diferentes tipos de plantas suculentas, los de hojas arrosetadas o concentradas hacia los extremos de los tallos, los de plantas áfilas, los tipos gregarios o coloniales, los provistos de tomento blanco, etc. La microfilia y la presencia de espinas son caracteres comunes, al igual que la pérdida de hojas durante la época desfavorable (Rzedowski, 1978).

El Proyecto se ubica en la ecorregión del Desierto Chihuahuense, el cual es considerado el desierto más grande de Norte América (Cloudley, 1977), y como una de las regiones secas con mayor biodiversidad del mundo (Hoyt, 2002) y especies endémicas, resultado de los efectos de aislamiento, de fisiografía, de los cambios dinámicos en el clima durante los últimos 10,000 años y de la colonización de hábitat por elementos especialistas.

Con respecto a la vegetación, Miranda y Hernández (1963) reconocen los tipos de vegetación de México de acuerdo a la fisionomía de las especies dominantes es decir, sus formas de vida. Forma de vida y en consecuencia fisionomía son en cierto modo expresiones de los factores del medio, ya sean climáticos, edáficos o bióticos, en que un determinado tipo



de vegetación o los elementos que lo conforman se desenvuelven. Las comunidades vegetales presentes en el área donde se llevó a cabo el presente estudio están integradas por cinco tipos de vegetación, según el INEGI. Los más representativos son: el matorral **Crasi-Rosulifolio espinoso con Matorral Subinorme** el cual es una comunidad arbustiva con especies con hojas carnosas, espinosas y frecuentemente dispuestas en forma de roseta. Se presenta en suelos francamente rocosos (a veces en los arenosos) de las zonas áridas y semiáridas de todo México, difundiéndose principalmente en el Norte, está asociado con otras especies de plantas espinosas e inermes, la **Vegetación de Desiertos Arenosos** está conformada por plantas muy esparcidas en lugares casi totalmente desprovistos de vegetación, los arbustos forman pequeños manchones; también existe la presencia de matorrales inermes, subinermes y espinosos aunque en menor medida forman comunidades pequeñas ubicadas principalmente en las laderas de los cerros.

Información sobre la flora del Sistema Ambiental

El estado de conocimientos de la cubierta vegetal de México no permite apreciaciones comparativas de gran detalle (Rzedowski, 2006). Asimismo, es imperativo documentar y describir la diversidad biológica actual. La riqueza florística, expresada como el número de especies de una región, es una de las medidas más importantes de la biodiversidad, pues es relativamente fácil de evaluar (Villaseñor, 2003). En virtud de tal circunstancias, en el recorrido y evaluación en campo se obtuvo el listado florístico para este estudio, la cual se ubica al suroeste del estado de Coahuila (Anexo Cap IV- 4.1 Vegetación).

Para el SA se registró un total de **104 especies**, distribuidas en 95 géneros pertenecientes a 32 familias. Así también el análisis de riqueza de especies por familia en el SA permitió conocer que las familias más numerosas son Cactaceae (24 especies), Asteraceae (12), Fabaceae (8 especies) y Poaceae (8 especies); este conjunto concentra el 50% del total de especies encontradas para el SA; estos resultados concuerda con lo descrito por Rzedowski (1991) quien menciona que las familias mejor representadas para el norte de México, son las Asteraceas, Poaceae y Cactceae (**Cuadro 4.21**).



Cuadro 4.21. Principales familias de plantas con distribución en el área de estudio.

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
Cactaceae	21	24
Asteraceae	12	12
Fabaceae	6	8
Poaceae	8	8
Solanaceae	4	5
Amaranthaceae	4	5
Euphorbiaceae	4	5
Malvaceae	3	4
Asparagaceae	4	4

Comunidades vegetales en el Sistema Ambiental

Para este estudio, la vegetación presente en el AP se clasificó de acuerdo a la escala 1:50,000 Serie I. Cabe mencionar que la cubierta vegetal de las regiones de clima árido y semiárido de México es muy variada desde el punto de vista fisonómico, por lo tanto, en este estudio se incluyen asociaciones vegetales, ya que las especies dominantes dan diferencias a su conformación y aspecto. Con base en lo anterior, en el presente estudio se les clasifica de acuerdo con su fisonomía (**Cuadro 4.22**), para lo cual se emplean los conceptos propuestos por el INEGI (1971).

Cuadro 4.22. Equivalencias de los tipos de vegetación empleados en este trabajo.

VEGETACIÓN Y USOS DEL SUELO (INEGI)	DEFINICIÓN	CLAVE
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL	AREA AGRÍCOLA	Ara
AGRICULTURA DE TEMPORAL NÓMADA		
AGRICULTURA DE TEMPORAL PERMANENTE ANUAL		
CRASI-ROSULIFOLIOS ESPINOSOS_MATORRAL SUBINERME	CRASI-ROSULIFOLIOS ESPINOSOS-MATORRAL SUBINERME	CR-Msi
CRASI-ROSULIFOLIOS ESPINOSOS_MATORRAL SUBINERME_NOPALERA		
PASTIZAL NATURAL	VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS	Da
VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS_MATORRAL ESPINOSO		
VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS_MATORRAL INERME		
VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS_MATORRAL		



VEGETACIÓN Y USOS DEL SUELO (INEGI)	DEFINICIÓN	CLAVE
SUBINERME_VEGETACIÓN HALOFITA		
VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS_MATORRAL SUBINERME_VEGETACION HALÓFITA_NOPALERA		
VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS_VEGETACIÓN HALÓFITA		
VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS_VEGETACIÓN HALÓFITA_MATORRAL SUBINERME		
VEGETACIÓN HALÓFITA		
MATORRAL ESPINOSO	MATORRAL ESPINOSO	Me
MATORRAL ESPINOSO_PASTIZAL NATURAL		
MATORRAL ESPINOSO_VEGETACIÓN HALÓFITA		
VEGETACIÓN SECUNDARIA_MATORRAL ESPINOSO		
MATORRAL INERME	MATORRAL INERME	Mi
MATORRAL INERME_CRASI-ROSULIFOLIOS ESPINOSOS		
MATORRAL INERME_NOPALERA		
MATORRAL INERME_PASTIZAL NATURAL		
MATORRAL INERME_VEGETACIÓN HALÓFITA		
MATORRAL SUBINERME	MATORRAL SUBINERME	Msi
MATORRAL SUBINERME_NOPALERA		
MATORRAL SUBINERME_PASTIZAL NATURAL		
MATORRAL SUBINERME_VEGETACIÓN HALÓFITA		
VEGETACIÓN SECUNDARIA_MATORRAL SUBINERME		
ASENTAMIENTO HUMANO	ASENTAMIENTO HUMANO	AH
CUERPO DE AGUA	CUERPO DE AGUA	C.A.
ERIALES	ERIALES	Er

Vegetación y uso del suelo en el Sistema Ambiental

Los tipos de vegetación más abundantes en el SA son vegetación de desiertos arenosos-matorral inerme, la cual ocupa un 51.48%, le sigue el crasi-rosulifolios-espinosos matorral subinerme nopalera son el 14.13%, en menor proporción se presenta el matorral espinoso con un 6.99%. En el SA los asentamientos humanos son escasos y sólo representan el 0.39%. Se presentan algunos terrenos eriales que ocupan 54.48 ha (0.10%), los cuales son llamados "barriales" por la población local, se trata de terrenos sin vegetación aparente debido a exceso de salinidad y que en época de lluvia se forman lagunas. En los



márgenes de estos terrenos se establece la vegetación halófito y que ocupa 0.82% (447.8132 ha).

Como parte del uso del suelo del SA, las actividades productivas son la ganadería extensiva a través de la cría de ganado bovino y caprino, además se presenta agricultura de temporal y de riego que ocupan una superficie menor al 5% de la superficie total. Una actividad importante desarrollada por la población local es la recolecta de especies forestales no maderables (fibras, ceras y forraje) y en menor cuantía las especies maderables. La agricultura es una actividad importante, así la agricultura de riego anual representa el 4.76% donde se cultiva maíz (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum bicolor*), melón (*Cucumis melo*) y sandía (*Citrullus vulgaris*). Por su parte, la agricultura de temporal permanente anual y la agricultura de temporal nómada ocupan una superficie de 201 ha (**Cuadro 4.23** y **Figura 4.14**).

Para la caracterización de la vegetación en total se establecieron 167 sitios de muestreo, de los cuales 23 sitios corresponden al AI, 28 sitios para el AP y 116 sitios para el SA, en los cuales se implementaron sitios circulares de 1,000 m² para el estrato arbóreo (si está presente), para arbustos fueron de 100 m² y para áreas en donde la vegetación sea densa y 200 m² en donde la vegetación tenga una cubierta o dosel abierto, y por último en el estrato herbáceo parcelas cuadradas de 2 m², de esta manera se logró determinar la cubierta vegetal del área de estudio (**Figura 4.15**).

Cuadro 4.23. Vegetación y usos del suelo en el Sistema Ambiental.

VEGETACIÓN Y USOS DEL SUELO	SUPERFICIE (ha)	SUPERFICIE (%)
Asentamiento humano	221.7784	0.39
Agricultura de riego anual	2,626.5259	4.76
Agricultura de temporal nómada	47.0021	0.09
Agricultura de temporal permanente anual	154.7866	0.26
Cuerpo de agua	51.6933	0.08
Crasi-rosulifolios espinosos_matorral subinerme	3,296.6245	6.01
Crasi-rosulifolios espinosos_matorral subinerme_nopalera	7,889.2410	14.13
Vegetación de desiertos arenosos_vegetación halófito	40.0881	0.07
Vegetación de desiertos arenosos_vegetación halófito_matorral subinerme	211.7188	0.39



VEGETACIÓN Y USOS DEL SUELO	SUPERFICIE (ha)	SUPERFICIE (%)
Vegetación de desiertos arenosos_matorral espinoso	328.8531	0.60
Vegetación de desiertos arenosos_matorral inerme	28,211.7272	51.48
Vegetación de desiertos arenosos_matorral subinerme_vegetación halófito	387.3166	0.73
Vegetación de desiertos arenosos_matorral subinerme_vegetación halófito_nopalera	1,022.0614	1.88
Eriales	54.4809	0.10
Vegetación halófito	447.8132	0.82
Matorral espinoso	3,806.0108	6.99
Matorral espinoso_vegetación halófito	89.5729	0.16
Matorral espinoso_pastizal natural	86.0938	0.15
Matorral inerme	1,166.8911	2.08
Matorral inerme_crasi-rosulifolios espinosos	920.0875	1.67
Matorral inerme_vegetación halófito	226.5446	0.42
Matorral inerme_nopalera	43.4230	0.06
Matorral inerme_pastizal natural	705.4466	1.28
Matorral subinerme	1,324.3066	2.38
Matorral subinerme_vegetación halófito	324.7978	0.61
Matorral subinerme_nopalera	46.2720	0.09
Matorral subinerme_pastizal natural	96.8714	0.18
Pastizal natural	20.0326	0.04
Vegetación secundaria_matorral espinoso	846.7112	1.53
Vegetación secundaria_matorral subinerme	319.2829	0.57
Total General	55,014.0559	100.00



Figura 4.14. Tipos de vegetación del Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto Villanueva Solar.

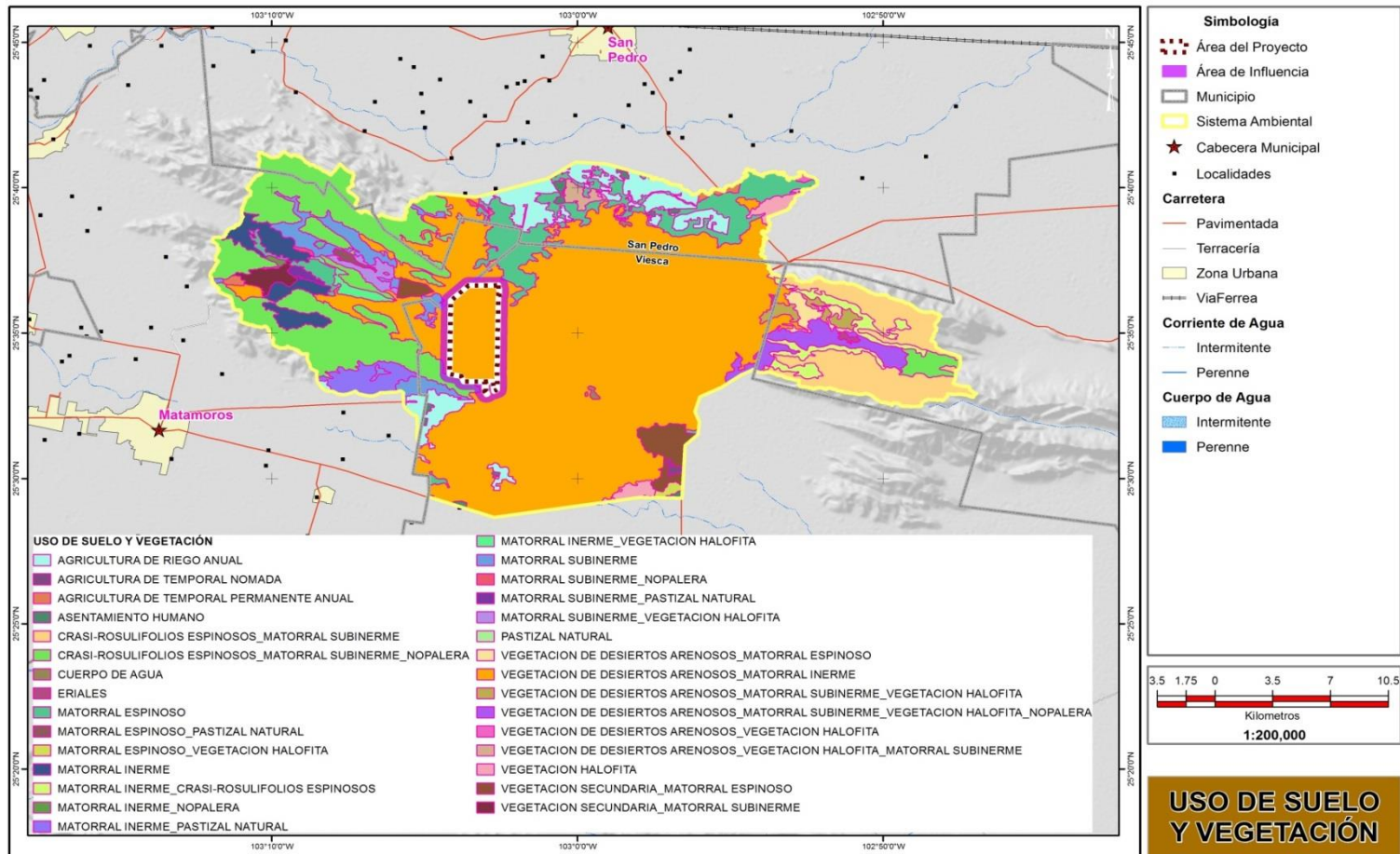
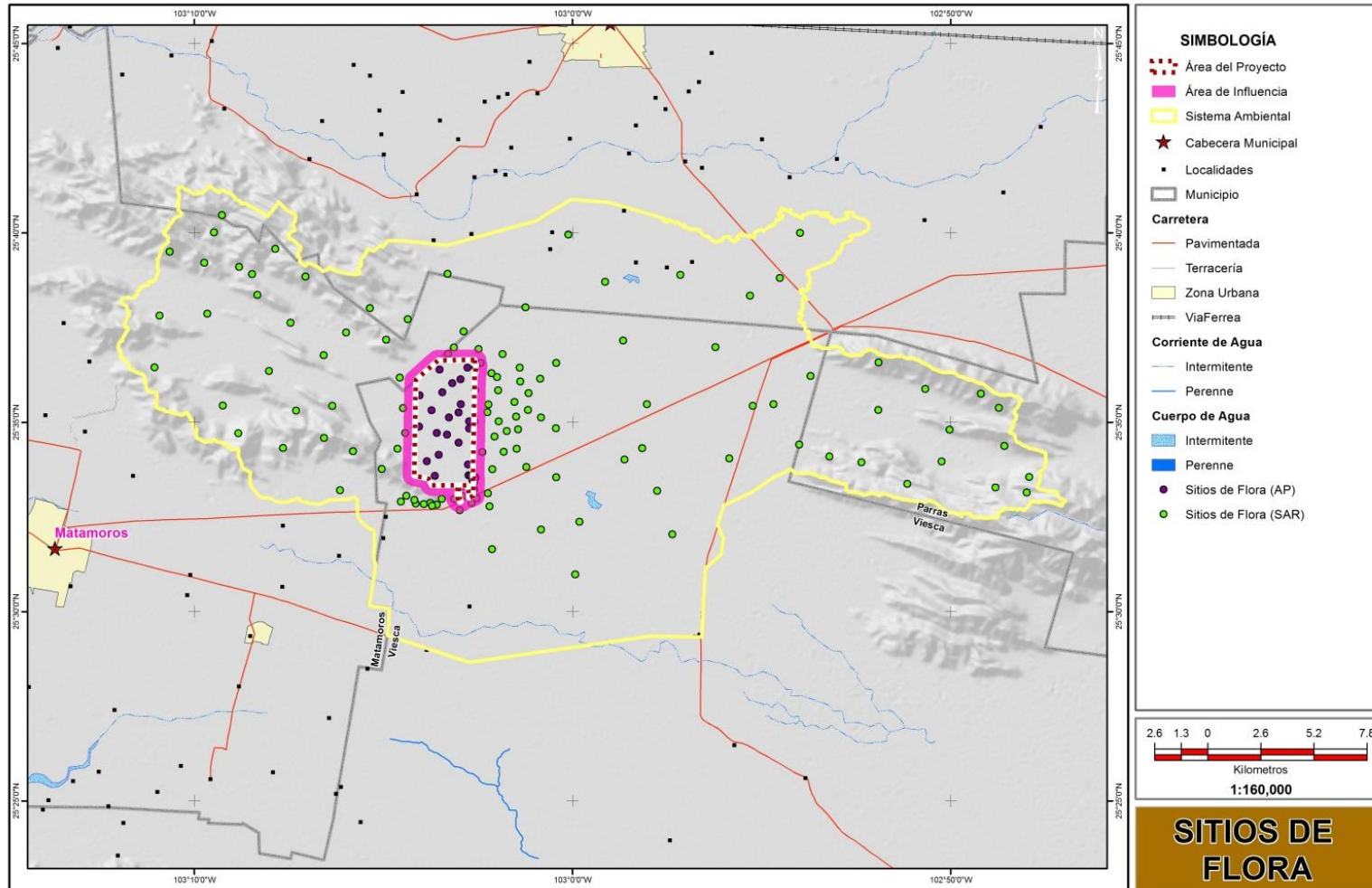


Figura 4.15. Ubicación de Sitios de Muestreo de Flora en el Sistema Ambiental y Área del Proyecto Villanueva Solar.



● Descripción de las comunidades vegetales en el Sistema Ambiental

A continuación se describe la estructura y composición de las comunidades vegetales presentes en el SA para el Proyecto (Ver Anexo Cap IV- 4.1 Vegetación). La descripción se basa en aspectos fisonómicos, distribución y las formas de crecimiento dominantes (se aplica el siguiente criterio: árboles, arbustos, hierbas perennes y anuales).

Crasi-Rosulifolio espinoso con Matorral Subinerme (CR-Msi)

Es una comunidad arbustiva o subarbustiva con hojas carnosas, espinosas y frecuentemente dispuestas en forma de roseta como por ejemplo maguey (*Agave scabra*), lechuguilla (*Agave lecheguilla*), guapilla (*Hechtia texensis*), sotol (*Dasyilirion cedrosanum*), etc. Se presenta en suelos francamente rocosos (a veces en los arenosos) de las zonas áridas y semiáridas de todo México, difundándose principalmente en el Norte, está asociado con otras especies de plantas espinosas e inermes.

El estrato arbustivo está integrado por individuos con alturas que oscilan de 0.02 a 2.494 m, en el cual se registra un total de 51 especies, entre los ejemplares dominantes se encuentra la especie albarda (*Fouquieria splendens*) con 359 ind·ha⁻¹ y VIR³ de 12.073%, la cual debido a su forma de crecimiento ocupa una mayor dominancia en el estrato, seguida de la especie de candelilla (*Euphorbia antisyphilitica*) con 2,500 ind·ha⁻¹ y VIR de 11.613%. De manera codominante se reporta la especie sangre de drago (*Jatropha dioica*) con 1,518 ind·ha⁻¹ y VIR de 7.584% y la lechuguilla (*Agave lecheguilla*) con 1,600 ind·ha⁻¹ y VIR de 6.803% (**Cuadro 4.24**).

Por otra parte, esa comunidad vegetal contiene el mayor número de especies de la familia cactácea consideradas de lento crecimiento. Por mencionar algunas se encuentran *Thelocactus bicolor*, *Escobaria tuberculosa*, *Mammillaria pottsii*, *Mammillaria heyderi*, *Ferocactus hamatacanthus*, *Mammillaria lasiacantha*, *Corynopuntia schottii*, *Echinocactus horizonthalonius*, *Astrophytum coahuilense*, *Echinocereus pectinatus*, *Echinocereus*

³ VIR: Valor de Importancia Relativa



enneacanthus y *Ariocarpus fissuratus*, las cuales integran VIR de 14.242%. De igual manera, fueron registradas especies de cactáceas listadas en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059 SEMARNAT-2010, en la categoría de Amenazada (A) se encuentran las especies *Astrophytum capricorne*, *Coryphantha poselgeriana*, *Epithelantha bokei* y *Glandulicactus uncinatus*, mientras que en la categoría de Protección especial (Pr) se encuentra la especie *Lophophora williamsii*. De igual manera, en el estrato arbustivo fue registrada la especie de palmito (*Yucca rigida*), especie de importancia ornamental para el norte de México, la cual presenta densidad de 38 ind·ha⁻¹ y VIR de 0.639% (**Cuadro 4.24**).

Por su parte, el estrato herbáceo está conformado por elementos que no sobrepasan los 0.7m de altura, la especie dominante es la malva indica (*Abutilon fruticosum*) con 13,065 ind·ha⁻¹ y VIR de 16.534%, seguida del zacate borreguero (*Dasyochloa pulchella*), con 40,000 ind·ha⁻¹ y VIR de 13.648%, de manera codominante se reportan las especies flor de escarabajo (*Euphorbia eriantha*) con 38,871 ind·ha⁻¹ y VIR de 12.458% y el limoncillo (*Thymophylla pentachaeta*) con 42,419 ind·ha⁻¹ y VIR de 11.609% (**Cuadro 4.24**).

Cuadro 4.24. Atributos de la vegetación en los estratos arbustivo y herbáceo del matorral crasirosulifolio espinoso con matorral subinorme.

ARBUSTOS						
ESPECIE	ALT MEDIA (m) ⁴	DENSIDAD (ind·ha ⁻¹) ⁵	DENS REL (%) ⁶	DOM REL (%) ⁷	FREC REL (%) ⁸	*VIR (%) ⁹
<i>Fouquieria splendens</i>	2.494	359	2.872	27.333	6.015	12.073
<i>Euphorbia antisyphilitica</i>	0.663	2,500	20.003	9.073	5.764	11.613
<i>Jatropha dioica</i>	0.490	1,518	12.146	4.590	6.015	7.584
<i>Agave lecheguilla</i>	0.437	1,600	12.802	3.347	4.261	6.803
<i>Opuntia rufida</i>	0.935	341	2.728	8.471	5.514	5.571

⁴ Altura media (m): Es altura promedio por especie en metros.

⁵ Densidad (ind ha⁻¹): Es el número de individuos por especies en una hectárea.

⁶ DENS REL (%): Densidad relativa (%)

⁷ DOM REL (%): Dominancia realativa (%)

⁸ FREC REL (%): Frecuencia relativa

⁹ VIR (%): Valor de importancia Relativa (%)



ARBUSTOS						
ESPECIE	ALT MEDIA (m) ⁴	DENSIDAD (ind·ha ⁻¹) ⁵	DENS REL (%) ⁶	DOM REL (%) ⁷	FREC REL (%) ⁸	*VIR (%) ⁹
<i>Larrea tridentata</i>	0.931	409	3.273	7.811	5.263	5.449
<i>Thelocactus bicolor</i>	0.172	1,035	8.281	0.196	5.764	4.747
<i>Hechtia texensis</i>	0.592	706	5.649	4.815	3.509	4.658
<i>Viguiera stenoloba</i>	0.632	532	4.257	3.868	3.759	3.961
<i>Agave scabra</i>	0.800	488	3.905	3.634	2.506	3.348
<i>Cordia parvifolia</i>	1.164	174	1.392	5.210	2.005	2.869
<i>Opuntia rastrera</i>	0.791	106	0.848	2.690	2.757	2.098
<i>Echinocereus stramineus</i>	0.364	132	1.056	0.381	4.261	1.899
<i>Krameria parvifolia</i>	0.457	191	1.528	0.588	3.008	1.708
<i>Escobaria tuberculosa</i>	0.253	332	2.656	0.207	2.256	1.706
<i>Mammillaria pottsii</i>	0.095	156	1.248	0.010	3.759	1.672
<i>Mammillaria heyderi</i>	0.067	174	1.392	0.036	3.258	1.562
<i>Senna demissa</i>	0.286	197	1.576	0.281	2.757	1.538
<i>Ferocactus hamatacanthus</i>	0.267	126	1.008	0.086	3.258	1.451
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	0.921	56	0.448	0.612	3.008	1.356
<i>Sericodes greggii</i>	0.695	88	0.704	1.763	1.504	1.324
<i>Tiquilia greggii</i>	0.358	188	1.504	0.767	1.504	1.258
<i>Acacia berlandieri</i>	1.500	50	0.400	2.855	0.501	1.252
<i>Mammillaria lasiacantha</i>	0.027	97	0.776	0.002	2.506	1.095
<i>Lippia graveolens</i>	0.920	118	0.944	1.070	1.253	1.089
<i>Tecoma stans</i>	1.490	50	0.400	2.089	0.752	1.080
<i>Prosopis glandulosa</i>	1.700	24	0.192	2.661	0.251	1.035
<i>Cylindropuntia kleiniae</i>	0.597	138	1.104	0.656	1.253	1.004
<i>Acacia glandulifera</i>	1.650	35	0.280	1.575	0.501	0.785
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	0.598	82	0.656	0.364	1.253	0.758
<i>Corynopuntia schottii</i>	0.080	168	1.344	0.045	0.752	0.714
<i>Yucca rigida</i>	1.434	38	0.304	0.361	1.253	0.639
<i>Celtis pallida</i>	1.905	38	0.304	1.048	0.501	0.618
<i>Echinocactus horzonthalonius</i>	0.102	62	0.496	0.012	1.253	0.587
<i>Menodora scabra</i>	0.558	21	0.168	0.067	1.003	0.413
<i>Acacia crassifolia</i>	1.810	9	0.072	0.349	0.752	0.391
<i>Astrophytum coahuilense</i>	0.123	26	0.208	0.009	0.752	0.323
<i>Acacia neovernicosa</i>	1.600	6	0.048	0.474	0.251	0.258



ARBUSTOS						
ESPECIE	ALT MEDIA (m) ⁴	DENSIDAD (ind·ha ⁻¹) ⁵	DENS REL (%) ⁶	DOM REL (%) ⁷	FREC REL (%) ⁸	*VIR (%) ⁹
<i>Lophophora williamsii</i>	0.020	53	0.424	0.003	0.251	0.226
<i>Glandulicactus uncinatus</i>	0.170	12	0.096	0.002	0.501	0.200
<i>Randia pringlei</i>	0.710	6	0.048	0.258	0.251	0.186
<i>Pithecellobium elachistophyllum</i>	0.830	12	0.096	0.078	0.251	0.142
<i>Lycium berlandieri</i>	0.900	3	0.024	0.126	0.251	0.134
<i>Jefea brevifolia</i>	0.390	9	0.072	0.031	0.251	0.118
<i>Coryphantha poselgeriana</i>	0.220	12	0.096	0.003	0.251	0.117
<i>Dasyllirion cedrosanum</i>	0.710	3	0.024	0.063	0.251	0.113
<i>Echinocereus pectinatus</i>	0.230	6	0.048	0.003	0.251	0.101
<i>Echinocereus enneacanthus</i>	0.610	3	0.024	0.024	0.251	0.100
<i>Ariocarpus fissuratus</i>	0.020	3	0.024	0.000	0.251	0.092
<i>Epithelantha bokei</i>	0.030	3	0.024	0.000	0.251	0.092
<i>Astrophytum capricorne</i>	0.180	3	0.024	0.001	0.251	0.092
Total	0.686	12,498	100	100	100	100
HIERBAS						
ESPECIE	ALT MEDIA (m)	DENSIDAD (ind·ha ⁻¹)	DENS REL (%)	DOM REL (%)	FREC REL (%)	*VIR (%)
<i>Abutilon fruticosum</i>	0.640	13,065	6.383	33.784	9.434	16.534
<i>Dasyochloa pulchella</i>	0.126	40,000	19.543	9.450	11.950	13.648
<i>Euphorbia eriantha</i>	0.344	38,871	18.991	13.352	5.031	12.458
<i>Thymophylla pentachaeta</i>	0.151	42,419	20.725	4.667	9.434	11.609
<i>Machaeranthera pinnatifida</i>	0.272	15,968	7.802	5.472	8.176	7.150
<i>Bahia dealbata</i>	0.228	10,645	5.201	3.356	6.918	5.158
<i>Heteropogon contortus</i>	0.657	5,645	2.758	7.943	1.887	4.196
<i>Nerisyrenia incana</i>	0.206	5,645	2.758	0.952	7.547	3.752
<i>Astrolepis cochisensis</i>	0.151	5,323	2.601	1.104	6.918	3.541
<i>Aristida purpurea</i>	0.332	4,839	2.364	1.735	3.774	2.624
<i>Cenchrus ciliaris</i>	0.480	1,613	0.788	5.703	1.258	2.583
<i>ChamaeSAacha coniodes</i>	0.153	3,871	1.891	0.792	5.031	2.571
<i>Cevallia sinuata</i>	0.475	2,097	1.025	3.736	2.516	2.426
<i>Argythamnia neomexicana</i>	0.213	2,258	1.103	2.263	3.774	2.380
<i>Panicum hallii</i>	0.297	2,097	1.025	1.390	1.887	1.434
<i>Gilia stewartii</i>	0.205	1,935	0.945	0.431	2.516	1.297



HIERBAS						
ESPECIE	ALT MEDIA (m)	DENSIDAD (ind·ha ⁻¹)	DENS REL (%)	DOM REL (%)	FREC REL (%)	*VIR (%)
<i>Bouteloua ramosa</i>	0.440	968	0.473	0.989	1.887	1.116
<i>Selaginella lepidophylla</i>	0.057	2,742	1.340	0.068	1.887	1.098
<i>Datura quercifolia</i>	0.440	806	0.394	1.585	0.629	0.869
<i>Sida spinosa</i>	0.097	968	0.473	0.096	1.887	0.819
<i>Porophyllum linaria</i>	0.340	1,129	0.552	0.619	1.258	0.810
<i>Carlowrightia mexicana</i>	0.250	484	0.236	0.294	0.629	0.386
<i>Tidestromia lanuginosa</i>	0.070	484	0.236	0.028	0.629	0.298
<i>Euphorbia peplus</i>	0.180	161	0.079	0.057	0.629	0.255
<i>Ageratina wrightii</i>	0.590	161	0.079	0.057	0.629	0.255
<i>Sphaeralcea hastulata</i>	0.330	161	0.079	0.040	0.629	0.249
<i>Kallstroemia hirsutissima</i>	0.310	161	0.079	0.029	0.629	0.246
<i>Allionia incarnata</i>	0.090	161	0.079	0.010	0.629	0.239
Total	0.290	204,677	100	100	100	100

* VIR = (Dens. Rel. + Dom. Rel. + Frec. Rel.)/3 DENS REI (%)= Densidad relativa (%), DOM REL (%)= Dominancia Relativa (%), FREC REL (%)=Frecuencia Relativa (%), VIR (%)= Valor de Importancia Relativa (%)

Vegetación de desiertos arenosos (Da)

Esta comunidad vegetal está constituida principalmente por arbustos que se agrupan en manchones de arena no consolidada en los desiertos áridos, fijándolas progresivamente. Se desarrolla en condiciones sumamente áridas donde la precipitación no alcanza los 250 mm anuales. Sin embargo, la acción del viento arrastra las partículas de arena formando las llamadas dunas, las cuales son fijadas por el tipo de vegetación que sobre esta se desarrollan. Las plantas del desierto han adoptado diferentes formas de vida para conservar el agua como medio de supervivencia. Las adaptaciones que presentan las plantas del desierto son raíces extendidas, hojas pequeñas y cerosas, tallos espinosos y suculentos.

Generalmente se asocia a otras comunidades vecinas de matorral desértico micrófilo, mezquite y otros. Esta comunidad se compone de elementos como mezquite (*Prosopis glandulosa*), gobernadora (*Larrea tridentata*), zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*), costilla de vaca (*Atriplex canescens*), jauja (*Suaeda palmeri*), y algunas cactáceas de los géneros *Cylindropuntia*, *Coryphantha*, *Mammillaria* entre otras.



Esta comunidad vegetal en el SA está conformado por individuos con altura media que van de 0.27 a 3.160 m, la especie dominante es la gobernadora (*Larrea tridentata*) con 1,479 ind·ha⁻¹ y VIR de 53.235%, de manera codominante se reporta la especie de mezquite (*Prosopis glandulosa*) con 173 ind·ha⁻¹ y VIR de 12.674%, seguida de sangre de drago (*Jatropha dioica*) con 403 ind·ha⁻¹ y VIR de 6.646% y la especie endémica para Coahuila la jauja (*Suaeda palmeri*) con 224 ind·ha⁻¹ y VIR de 5.722%, así también se reportan dos especies consideradas de lento crecimiento, por mencionar *Echinocereus enneacanthus* y *Coryphantha macromeris* con VIR de 1.460% (**Cuadro 4.25**).

En el estrato herbáceo, la altura media de los individuos es de 0.02 a 0.7 m. La especie dominante es la mostaza (*Baileya multiradiata*) con 69,200 ind·ha⁻¹ y VIR de 49.155% y el zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*) con 2,800 ind·ha⁻¹ y VIR de 29.976%, mientras que de manera codominante se reporta la especie criptanta (*Cryptantha albida*) con 13,200 ind·ha⁻¹ y VIR de 8.490%, en total se registran 10 especies en el estrato (**Cuadro 4.25**).

Cuadro 4.25. Atributos de la vegetación en los estratos arbustivo y herbáceo de la vegetación de desiertos arenosos.

ARBUSTOS						
ESPECIE	ALT MEDIA (m)	DENSIDAD (ind·ha ⁻¹)	DENS REL (%)	DOM REL (%)	FREC REL (%)	*VIR (%)
<i>Larrea tridentata</i>	1.370	1,479	53.413	65.071	41.221	53.235
<i>Prosopis glandulosa</i>	3.160	173	6.248	22.613	9.160	12.674
<i>Jatropha dioica</i>	0.640	403	14.554	1.567	3.817	6.646
<i>Suaeda palmeri</i>	0.774	224	8.090	2.970	6.107	5.722
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	0.921	93	3.359	0.827	9.160	4.449
<i>Opuntia rastrera</i>	0.693	71	2.564	1.321	7.634	3.840
<i>Atriplex acanthocarpa</i>	0.630	204	7.367	1.086	0.763	3.072
<i>Fouquieria splendens</i>	2.432	18	0.650	2.017	3.817	2.161
<i>Opuntia rufida</i>	0.728	13	0.469	0.217	4.580	1.755
<i>Echinocereus enneacanthus</i>	0.468	8	0.289	0.192	3.053	1.178
<i>Atriplex canescens</i>	0.990	8	0.289	0.257	2.290	0.945
<i>Ephedra aspera</i>	1.440	7	0.253	0.870	1.527	0.883
<i>Cylindropuntia kleiniae</i>	1.575	20	0.722	0.377	1.527	0.875
<i>Senna demissa</i>	0.280	38	1.372	0.060	0.763	0.732
<i>Cordia parvifolia</i>	1.600	4	0.144	0.449	1.527	0.707



ARBUSTOS						
ESPECIE	ALT MEDIA (m)	DENSIDAD (ind·ha ⁻¹)	DENS REL (%)	DOM REL (%)	FREC REL (%)	*VIR (%)
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	1.720	3	0.108	0.091	1.527	0.575
<i>Coryphantha macromeris</i>	0.270	2	0.072	0.010	0.763	0.282
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	1.130	1	0.036	0.006	0.763	0.268
Total	1.157	2,769	100	100	100	100
HIERBAS						
ESPECIE	ALT MEDIA (m)	DENSIDAD (ind·ha ⁻¹)	DENS REL (%)	DOM REL (%)	FREC REL (%)	*VIR (%)
<i>Baileya multiradiata</i>	0.187	69,200	75.546	14.775	57.143	49.155
<i>Cenchrus ciliaris</i>	0.683	2,800	3.057	78.299	8.571	29.976
<i>Cryptantha albida</i>	0.107	13,200	14.410	2.489	8.571	8.490
<i>Hoffmanseggia glauca</i>	0.110	2,200	2.402	0.388	5.714	2.835
<i>Panicum hallii</i>	0.700	1,400	1.528	3.747	2.857	2.711
<i>Cooperia pedunculata</i>	0.185	1,200	1.310	0.035	5.714	2.353
<i>Nama hispida</i>	0.060	1,000	1.092	0.041	2.857	1.330
<i>Nerisyrenia incana</i>	0.150	200	0.218	0.200	2.857	1.092
<i>Proboscidea fragrans</i>	0.080	200	0.218	0.015	2.857	1.030
<i>Salsola tragus</i>	0.020	200	0.218	0.010	2.857	1.028
Total	0.228	91,600	100	100	100	100

* VIR = (Dens. Rel. + Dom. Rel. + Frec. Rel.)/3 DENS REL (%)= Densidad relativa (%), DOM REL (%)= Dominancia Relativa (%), FREC REL (%)=Frecuencia Relativa (%), VIR (%)= Valor de Importancia Relativa (%)

Matorral Espinoso (ME)

Este tipo de matorral alcanza su mayor desarrollo en las zonas áridas casi desérticas del Norte donde cubre grandes extensiones de suelos someros y profundos. Está formado por agrupaciones de arbustos, generalmente bajos (1 a 2 m). Las especies que lo integran mayormente presentan espinas, muchas de ellas con espinas terminales, pueden mezclarse en él mezquites (*Prosopis glandulosa*) de porte arbustivo, gobernadoras (*Larrea tridentata*), jauja (*Suaeda palmeri*), costilla de vaca (*Atriplex canescens*), cilindrillos (*Lycium berlandieri*), así como algunas cactáceas como el tasajillo (*Cylindropuntia leptocaulis*), entre otros.

Al igual que el resto de las comunidades vegetales el estrato arbóreo es ausente, mientras que para el estrato arbustivo los ejemplares más altos llegan a medir hasta 3 m de



altura y los de menor porte, por debajo de los 0.30 m. La especie dominante en el estrato es el mezquite (*Prosopis glandulosa*) con 811 ind·ha⁻¹ y VIR de 34.889%, mientras que de manera codominante se reportan las especies de gobernadora (*Larrea tridentata*, 425 ind·ha⁻¹; VIR= 17.329%) y la jauja (*Suaeda palmeri*, 689 ind·ha⁻¹; VIR= 12.787%) (**Cuadro 4.26**). En el estrato fueron registrados 3 especies de cactáceas consideradas de lento crecimiento, por mencionar se encuentran *Echinocereus enneacanthus*, *Ferocactus hamatacanthus* y *Mammillaria heyderi* con densidades de 68 a 14 ind·ha⁻¹ e integran un VIR de 5.113%.

El estrato herbáceo es escaso, en el cual se registran sólo dos especies. Las dominantes en el estrato de esta comunidad vegetal son la mostaza (*Baileya multiradiata*, 45,000 ind·ha⁻¹; VIR= 52.109%) y el zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*, 7,500 ind·ha⁻¹; VIR= 47.891%) (**Cuadro 4.26**).

Cuadro 4.26. Atributos de la vegetación en los estratos arbustivo y herbáceo del matorral espinoso.

ARBUSTOS						
ESPECIE	ALT MEDIA (m)	DENSIDAD (ind·ha ⁻¹)	DENS REL (%)	DOM REL (%)	FREC REL (%)	*VIR (%)
<i>Prosopis glandulosa</i>	3.050	811	29.110	55.148	20.408	34.889
<i>Larrea tridentata</i>	1.608	425	15.255	18.366	18.367	17.329
<i>Suaeda palmeri</i>	0.950	689	24.731	5.468	8.163	12.787
<i>Lycium berlandieri</i>	1.792	164	5.887	6.175	10.204	7.422
<i>Cordia parvifolia</i>	1.567	114	4.092	8.347	6.122	6.187
<i>Atriplex canescens</i>	1.248	125	4.487	4.253	8.163	5.634
<i>Opuntia rufida</i>	0.980	54	1.938	1.050	8.163	3.717
<i>Jatropha dioica</i>	0.550	211	7.574	0.510	2.041	3.375
<i>Echinocereus enneacanthus</i>	0.300	68	2.441	0.165	4.082	2.229
<i>Ferocactus hamatacanthus</i>	0.305	54	1.938	0.082	4.082	2.034
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	0.880	50	1.795	0.193	4.082	2.023
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	0.965	7	0.251	0.237	4.082	1.523
<i>Mammillaria heyderi</i>	0.140	14	0.503	0.006	2.041	0.850
Total	1.103	2,786	100	100	100	100
ESPECIE	ALT MEDIA (m)	DENSIDAD (ind·ha ⁻¹)	DENS REL (%)	DOM REL (%)	FREC REL (%)	*VIR (%)



<i>Baileya multiradiata</i>	0.240	45,000	85.714	20.612	50.000	52.109
<i>Cenchrus ciliaris</i>	0.500	7,500	14.286	79.388	50.000	47.891
Total	0.370	52,500	100	100	100	100

* VIR = (Dens. Rel. + Dom. Rel. + Frec. Rel.)/3 DENS REI (%)= Densidad relativa (%), DOM REL (%)= Dominancia Relativa (%), FREC REL (%)=Frecuencia Relativa (%), VIR (%)= Valor de Importancia Relativa (%)

Matorral Inerme (Mi)

Esta comunidad está dominada por especies sin espinas siendo muy frecuente la gobernadora (*Larrea tridentata*), que cubre grandes extensiones de suelos profundos o algo someros en las zonas áridas septentrionales, en ocasiones puede mezclarse con elementos con espinas.

El estrato arbustivo está dominado por ejemplares que miden de 0.11 a 3.67 m de altura. La especie dominante es el mezquite (*Prosopis glandulosa*) con 714 ind·ha⁻¹ y VIR de 25.593%. Esta especie debido a su fisonomía posee mayor dominancia relativa en el estrato, sin embargo, la especie de gobernadora (*Larrea tridentata*) con 1,914 ind·ha⁻¹ y VIR de 22.903% le sigue como especie dominante, por otra parte las codominantes del estrato son la falsa gobernadora (*Sericodes greggii*, 886 ind·ha⁻¹; VIR= 11.069%) y la lechuguilla (*Agave lecheguilla*, 857 ind·ha⁻¹; VIR= 6.710%) (**Cuadro 4.27**), por otra parte fueron registradas 4 especies de cactáceas de lento crecimiento, por mencionar se encuentran *Thelocactus bicolor*, *Mammillaria heyderi*, y *Coryphantha macromeris* e integran un VIR de 10.188%, así como una especie endémica para Coahuila, la jauja (*Suaeda palmeri*) con 114 ind·ha⁻¹ y VIR de 2.418%.

Para el estrato herbáceo la altura media de los ejemplares es de 0.08 a 0.5 m. Dominando en el estrato se encuentra el zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*) con 16,667 ind·ha⁻¹ y VIR de 27.286%, seguida del limoncillo (*Thymophylla pentachaeta*) con 35,000 ind·ha⁻¹ y VIR de 20.944%, de manera codominante se encuentra la especie zacate tres barbas (*Aristida purpurea*) con 25,000 ind·ha⁻¹ y VIR de 16.957% y la ortiguilla (*Cevallia sinuata*) con 5,000 ind·ha⁻¹ y VIR de 7.486% (**Cuadro 4.27**).

Cuadro 4.27. Atributos de la vegetación de las especies arbustivas y herbáceas en el matorral inerme.



ARBUSTOS						
ESPECIE	ALT MEDIA (m)	DENSIDAD (ind·ha ⁻¹)	DENS REL (%)	DOM REL (%)	FREC REL (%)	*VIR (%)
<i>Prosopis glandulosa</i>	3.670	714	11.135	61.477	4.167	25.593
<i>Larrea tridentata</i>	0.658	1,914	29.850	22.192	16.667	22.903
<i>Sericodes greggii</i>	0.457	886	13.818	6.889	12.500	11.069
<i>Agave lecheguilla</i>	0.640	857	13.366	2.598	4.167	6.710
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	0.517	214	3.337	0.551	12.500	5.463
<i>Thelocactus bicolor</i>	0.230	757	11.806	0.239	4.167	5.404
<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	0.390	471	7.346	1.756	4.167	4.423
<i>Jatropha dioica</i>	0.400	214	3.337	0.164	4.167	2.556
<i>Suaeda palmeri</i>	0.600	114	1.778	1.309	4.167	2.418
<i>Viguiera stenoloba</i>	0.410	86	1.341	0.457	4.167	1.988
<i>Fouquieria splendens</i>	1.970	14	0.218	1.453	4.167	1.946
<i>Mammillaria heyderi</i>	0.240	71	1.107	0.023	4.167	1.766
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	0.720	29	0.452	0.386	4.167	1.668
<i>Opuntia rufida</i>	0.910	14	0.218	0.456	4.167	1.614
<i>Epithelantha bokei</i>	0.110	29	0.452	0.003	4.167	1.541
<i>Coryphantha macromeris</i>	0.170	14	0.218	0.045	4.167	1.477
<i>Echinocereus stramineus</i>	0.160	14	0.218	0.001	4.167	1.462
Total	0.721	6,412	100	100	100	100

HIERBAS						
ESPECIE	ALT MEDIA (m)	DENSIDAD (ind·ha ⁻¹)	DENS REL (%)	DOM REL (%)	FREC REL (%)	*VIR (%)
<i>Cenchrus ciliaris</i>	0.270	16,667	17.242	54.615	10.000	27.286
<i>Thymophylla pentachaeta</i>	0.220	35,000	36.207	16.624	10.000	20.944
<i>Aristida purpurea</i>	0.500	25,000	25.862	15.009	10.000	16.957
<i>Cevallia sinuata</i>	0.300	5,000	5.172	7.286	10.000	7.486
<i>Bahia dealbata</i>	0.360	3,333	3.448	2.329	10.000	5.259
<i>Nerisyrenia incana</i>	0.090	3,333	3.448	1.071	10.000	4.840
<i>Cooperia pedunculata</i>	0.110	3,333	3.448	0.018	10.000	4.489
<i>Abutilon fruticosum</i>	0.280	1,667	1.724	1.546	10.000	4.423
<i>Dasyochloa pulchella</i>	0.080	1,667	1.724	0.915	10.000	4.213
<i>Sida spinosa</i>	0.110	1,667	1.724	0.586	10.000	4.103
Total	0.232	96,667	100	100	100	100

* VIR = (Dens. Rel. + Dom. Rel. + Frec. Rel.)/3 DENS REL (%)= Densidad relativa (%), DOM REL (%)= Dominancia Relativa (%), FREC REL (%)=Frecuencia Relativa (%), VIR (%)= Valor de Importancia Relativa (%)



Matorral Subinerme (Msi)

Es una comunidad que puede ser más o menos caducifolia y está constituida principalmente por especies inerme, es decir sin espinas, pero con alguna presencia de elementos de matorral espinoso originándose este tipo de matorral denominado Subinerme. Está presente principalmente sobre suelos coluviales pedregosos, relativamente profundos, de base de laderas en las zonas áridas.

El estrato arbustivo está conformado por elementos que no sobrepasan los 3.5 m de altura. La especie dominante es la gobernadora (*Larrea tridentata*) con 1,323 ind·ha⁻¹ y VIR de 28.784%, seguida de la especie de mezquite (*Prosopis glandulosa*) con 273 ind·ha⁻¹ y VIR de 22.079%, de manera codominante se presentan las especie de pinabete (*Tamarix ramosissima*) con 882 ind·ha⁻¹ y VIR de 9.588% y sangre de drago (*Jatropha dioica*) con 586 ind·ha⁻¹ y VIR de 7.544% (**Cuadro 4.28**); en el estrato fueron registradas 4 especies de cactáceas consideradas de lento crecimiento, por mencionar son *Corynopuntia schottii*, *Echinocereus enneacanthus*, *Coryphantha macromeris* y *Mammillaria pottsii* que integran un VIR de 4.700%.

En el estrato herbáceo la altura media del estrato es de 0.42 m. Como dominante se encuentra la especie enredadera (*Solanum triquetrum*) con 12,143 ind·ha⁻¹ y VIR de 27.686%, de manera codominante se encuentra la especie flor de escarabajo (*Euphorbia eriantha*) con densidad de 33,571% y 12.025% y el zacate borreguero (*Dasyochloa pulchella*) con 32,143 ind·ha⁻¹ y VIR 8.665% (**Cuadro 4.28**).

Cuadro 4.28. Atributos de la vegetación de las especies arbustivas y herbáceas en el matorral subinerme.

ARBUSTOS						
ESPECIE	ALT MEDIA (m)	DENSIDAD (ind·ha ⁻¹)	DENS REL (%)	DOM REL (%)	FREC REL (%)	*VIR (%)
<i>Larrea tridentata</i>	1.200	1,323	34.743	26.610	25.000	28.784
<i>Prosopis glandulosa</i>	2.460	273	7.169	44.067	15.000	22.079
<i>Tamarix ramosissima</i>	2.200	882	23.162	3.103	2.500	9.588
<i>Jatropha dioica</i>	0.700	586	15.389	2.243	5.000	7.544
<i>Fouquieria splendens</i>	2.833	95	2.495	8.057	7.500	6.017
<i>Cordia parvifolia</i>	1.693	109	2.862	6.901	7.500	5.754
<i>Lycium berlandieri</i>	1.885	36	0.945	2.129	5.000	2.691
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	0.760	168	4.412	1.099	2.500	2.670
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	2.840	36	0.945	3.527	2.500	2.324



ARBUSTOS						
ESPECIE	ALT MEDIA (m)	DENSIDAD (ind·ha ⁻¹)	DENS REL (%)	DOM REL (%)	FREC REL (%)	*VIR (%)
<i>Corynopuntia schottii</i>	0.060	77	2.022	0.011	2.500	1.511
<i>Echinocereus enneacanthus</i>	0.250	45	1.182	0.263	2.500	1.315
<i>Agave lecheguilla</i>	0.580	50	1.313	0.070	2.500	1.294
<i>Forestiera angustifolia</i>	3.400	5	0.131	1.081	2.500	1.237
<i>Cylindropuntia kleiniae</i>	1.200	27	0.709	0.255	2.500	1.155
<i>Krameria parvifolia</i>	0.600	23	0.604	0.355	2.500	1.153
<i>Opuntia rastrera</i>	0.480	27	0.709	0.195	2.500	1.135
<i>Coryphantha macromeris</i>	0.180	18	0.473	0.017	2.500	0.997
<i>Senna demissa</i>	0.090	14	0.368	0.001	2.500	0.956
<i>Opuntia rufida</i>	0.390	9	0.236	0.018	2.500	0.918
<i>Mammillaria pottsii</i>	0.160	5	0.131	0.000	2.500	0.877
Total	1.198	3,808	100	100	100	100

HIERBAS						
ESPECIE	ALT MEDIA (m)	DENSIDAD (ind·ha ⁻¹)	DENS REL (%)	DOM REL (%)	FREC REL (%)	*VIR (%)
<i>Solanum triquetrum</i>	0.600	12,143	6.667	69.723	6.667	27.686
<i>Euphorbia eriantha</i>	0.400	33,571	18.431	10.976	6.667	12.025
<i>Dasyochloa pulchella</i>	0.050	32,143	17.647	1.680	6.667	8.665
<i>Salsola tragus</i>	0.065	18,571	10.196	0.163	13.333	7.897
<i>Thymophylla pentachaeta</i>	0.150	27,143	14.902	0.399	6.667	7.323
<i>Cenchrus ciliaris</i>	0.475	5,714	3.137	4.075	13.333	6.848
<i>Hopia obtusa</i>	0.800	7,143	3.922	7.015	6.667	5.868
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	0.610	12,143	6.667	1.602	6.667	4.979
<i>Acourtia wrightii</i>	0.480	7,857	4.314	1.798	6.667	4.260
<i>Sesuvium verrucosum</i>	0.220	8,571	4.706	0.961	6.667	4.111
<i>Laennecia coulteri</i>	0.600	7,857	4.314	0.225	6.667	3.735
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	0.900	5,714	3.137	1.086	6.667	3.630
<i>Bahia dealbata</i>	0.220	3,571	1.961	0.297	6.667	2.975
Total	0.428	182,141	100	100	100	100

* VIR = (Dens. Rel. + Dom. Rel. + Frec. Rel.)/3 DENS REL (%)= Densidad relativa (%), DOM REL (%)= Dominancia Relativa (%), FREC REL (%)=Frecuencia Relativa (%), VIR (%)= Valor de Importancia Relativa (%)

Diversidad y riqueza de las comunidades vegetales en el Sistema Ambiental

La riqueza de especies por estrato (arbustivo y herbáceo) en las comunidades vegetales del SA, se presenta en el **Cuadro 4.29**. En el estrato arbóreo, la riqueza es nula ya que no se tiene registro de ninguna especie de porte arbóreo.

En lo que respecta al estrato arbustivo es en el Crassi-Rosulifolio espinoso con matorral Subinerme (CR-Msi) es el que presenta mayor riqueza con 51 especies, seguido del



Matorral Subinerme (Msi) con 20 especies, posteriormente la Vegetación de desierto arenosos (Da) con 18 especies, el Matorral Inerme (Mi) con 17 especies y el Matorral Espinoso (ME) con 13 especies (**Cuadro 4.29**). Para el caso del estrato herbáceo, la comunidad vegetal como mayor número de especies es CR-Msi con 28, seguida del Msi con 13 especies, la Da y el Mi con 109 especies y por último, la comunidad con menor número de especies es el ME con 2 especies.

El índice de diversidad se calculó con el índice de Shannon-Wiener, con los datos obtenidos se estima cual es el estrato con mayor diversidad. En todos los casos es el estrato arbustivo el que presenta un mayor índice de diversidad, siendo el CR-Msi el que encabeza la lista con 3.336 nats, seguido del Mi con 2.672 nats, Msi con 2.610 nats, ME con 2.334 nats y la Da con 2.158 nats. En el estrato inferior es el CR-Msi el que tiene el mayor índice con un valor de 2.942 nats, seguido de Msi con 2.523 nats, Mi con 2.303 nats, Da con 1.576 nats y ME con 0.693 nats (**Cuadro 4.29**).

La equitatividad es un valor indicador de la distribución proporcional de especies en una comunidad vegetal, a mayor equitatividad menos especies dominantes a menor equitatividad mayor número de especies dominantes. En el estrato arbóreo no es posible determinar este valor debido al escaso número de especies de árboles registradas en las diferentes comunidades vegetales. En lo que respecta al estrato arbustivo el Mi se presenta un porcentaje 94.317%, este valor es elevado y refleja la uniformidad de las especies. En segundo lugar tenemos el ME con 90.994%, seguido de Msi con 87.116%, CR-Msi con 84.791% y por último la Da con 74.671% (**Cuadro 4.29**). En el estrato herbáceo la equitatividad obtuvo un valor del 100% en Mi y en el ME, este valor ocurre porque todas las especies presentan la misma frecuencia. Después tenemos a Msi con 98.363%, CR-Msi con 88.295% y por último Da con 68.432%.

Cuadro 4.29. Riqueza de especies, índice de diversidad y equitatividad del estrato arbustivo y herbáceo en las comunidades vegetales del Sistema Ambiental.

COMUNIDAD VEGETAL	ESTRATO	RIQUEZA DE ESPECIES	INDICE DE DIVERSIDAD (nats)	EQUITATIVIDAD (%)
Crasirosulfolio espinoso con	Arbustivo	51	3.334	84.791



COMUNIDAD VEGETAL	ESTRATO	RIQUEZA DE ESPECIES	INDICE DE DIVERSIDAD (nats)	EQUITATIVIDAD (%)
matorral subinerme	Herbáceo	28	2.942	88.295
Vegetación de desiertos arenosos	Herbáceo	10	1.576	68.432
	Arbustivo	18	2.158	74.671
Matorral espinoso	Arbustivo	13	2.334	90.994
	Herbáceo	2	0.693	100
Matorral inerme	Arbustivo	17	2.672	94.317
	Herbáceo	10	2.303	100
Matorral subinerme	Arbustivo	20	2.61	87.116
	Herbáceo	13	2.523	98.363

● Especies listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, endémicas y de lento crecimiento y difícil regeneración en el área de estudio (SA, AI y AP).

En el SA se distribuyen 4 especies listadas bajo estatus de conservación en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2011, las cuales son cactáceas. Para el caso de las especies en algún estatus de riesgo presentes en el AP la cantidad se especifica en el **Cuadro 4.30**.

Durante los muestreos y recorridos de campo se observaron especies de la familia Cactaceae, algunas de estas se encuentran bajo algún estatus de conservación en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, que establece el listado de especies y subespecies de la flora silvestre terrestre y acuática en peligro de extinción (P), sujetas a protección especial (Pr) y amenazadas (A). Durante los muestreos y recorridos de campo se obtuvo información cuantitativa de cinco especies de cactáceas, listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (Ver **Cuadro 4.30**).

En el área del SA se cuantificó a la especie *Glandulicactus uncinatus*, *Coryphantha poselgeriana* y *Astrophytum capricorne* en la categoría de Peligro de extinción (P), la cual se presenta en el Crassi-Rosulifolio espinoso con Matorral Subinerme (CR-Msi), y en la categoría de Amenazada (A) la especie *Epithelantha bokei* y por último en la categoría de Protección especial (Pr) fue registrada la especie *Lophophora williamsii* (Cuadro 4.30). Por



otra parte para el AI se reporta la especie *Glandulicactus uncinatus* en la categoría de Amenazada (A).

Durante el muestreo también fueron registradas especies consideradas de lento crecimiento y difícil regeneración (LCDR) en el área de estudio, en total fueron 14 especies, por mencionar se encuentran *Ariocarpus fissuratus*, *Astrophytum coahuilense*, *Corynopuntia schottii*, *Coryphantha macromeris*, *Echinocactus horizonthalonius*, *Echinocereus enneacanthus*, *Echinocereus pectinatus*, *Escobaria tuberculosa*, *Ferocactus hamatacanthus*, *Mammillaria heyderi*, *Mammillaria lasiacantha*, *Mammillaria pottsii* y *Thelocactus bicolor* (**Cuadro 4.30**).

De igual manera, para el área de estudio fue registrada una especie endémica para Coahuila, dicha especie es *Suaeda palmeri* (**Cuadro 4.30**), así también, de acuerdo con Villarreal y Encina (2005) para el municipio de Viesca se reportan 13 especies endémicas y que por ello pueden tener distribución potencial dentro del SA, dichas especies son *Agave victoriae-reginae*, *Anisacanthus junceus*, *Atriplex monilifera*, *Coryphantha durangensis*, *Coryphantha unicornis*, *Echeveria turgida*, *Gilia purpusii*, *Mammillaria coahuilensis*, *Mammillaria lenta*, *Mammillaria stella-de-tacubaya*, *Sporobolus spiciformis*, *Tidestromia tenella* y *Turbinicarpus mandragora*. Por otra parte fue registrada la especie palmito (*Yucca rigida*) considerada de interés ecológico y económico (IEE), debido a que en el norte de México es una especie ornamental importante, así como especie endémica para la Comarca Lagunera.

Cuadro 4.30. Especies listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, endémicas y de lento crecimiento y difícil regeneración identificadas en el área de estudio.

ÁREA	USV	ESTRATO	ESPECIE	DENSIDAD (ind·ha ⁻¹)	VIR (%)	ESTATUS
AI	Da	Arbustivo	<i>Echinocactus horizonthalonius</i>	13	0.515	LCDR
AI	Da	Arbustivo	<i>Echinocereus enneacanthus</i>	38	3.379	LCDR
AI	Da	Arbustivo	<i>Ferocactus hamatacanthus</i>	4	0.774	LCDR
AI	Da	Arbustivo	<i>Glandulicactus uncinatus</i>	9	0.464	A
AI	Da	Arbustivo	<i>Mammillaria lasiacantha</i>	22	0.626	LCDR



ÁREA	USV	ESTRATO	ESPECIE	DENSIDAD (ind·ha ⁻¹)	VIR (%)	ESTATUS
AI	Da	Arbustivo	<i>Mammillaria pottsii</i>	2	0.376	LCDR
AI	Da	Arbustivo	<i>Suaeda palmeri</i>	51	1.724	Endémica de Coahuila
AP	Da	Arbustivo	<i>Coryphantha macromeris</i>	9	1.014	LCDR
AP	Da	Arbustivo	<i>Echinocereus enneacanthus</i>	32	2.274	LCDR
AP	Da	Arbustivo	<i>Ferocactus hamatacanthus</i>	14	1.08	LCDR
AP	Da	Arbustivo	<i>Suaeda palmeri</i>	184	4.904	Endémica de Coahuila
SA	CR-Msi	Arbustivo	<i>Ariocarpus fissuratus</i>	3	0.092	LCDR
SA	CR-Msi	Arbustivo	<i>Astrophytum capricorne</i>	3	0.092	A
SA	CR-Msi	Arbustivo	<i>Astrophytum coahuilense</i>	26	0.323	LCDR
SA	CR-Msi	Arbustivo	<i>Corynopuntia schottii</i>	168	0.714	LCDR
SA	CR-Msi	Arbustivo	<i>Coryphantha poselgeriana</i>	12	0.117	A
SA	CR-Msi	Arbustivo	<i>Echinocactus horizonthalonius</i>	62	0.587	LCDR
SA	CR-Msi	Arbustivo	<i>Echinocereus enneacanthus</i>	3	0.1	LCDR
SA	CR-Msi	Arbustivo	<i>Echinocereus pectinatus</i>	6	0.101	LCDR
SA	CR-Msi	Arbustivo	<i>Epithelantha bokei</i>	3	0.092	A
SA	CR-Msi	Arbustivo	<i>Escobaria tuberculosa</i>	332	1.706	LCDR
SA	CR-Msi	Arbustivo	<i>Ferocactus hamatacanthus</i>	126	1.451	LCDR
SA	CR-Msi	Arbustivo	<i>Glandulicactus uncinatus</i>	12	0.200	A
SA	CR-Msi	Arbustivo	<i>Lophophora williamsii</i>	53	0.226	Pr
SA	CR-Msi	Arbustivo	<i>Mammillaria heyderi</i>	174	1.562	LCDR
SA	CR-Msi	Arbustivo	<i>Mammillaria lasiacantha</i>	97	1.095	LCDR
SA	CR-Msi	Arbustivo	<i>Mammillaria pottsii</i>	156	1.672	LCDR
SA	CR-Msi	Arbustivo	<i>Thelocactus bicolor</i>	1035	4.747	LCDR
SA	CR-Msi	Arbustivo	<i>Yucca rigida</i>	38	0.639	IEE
SA	Da	Arbustivo	<i>Coryphantha macromeris</i>	2	0.282	LCDR
SA	Da	Arbustivo	<i>Echinocereus enneacanthus</i>	8	1.178	LCDR
SA	Da	Arbustivo	<i>Suaeda palmeri</i>	224	5.722	Endémica de Coahuila
SA	ME	Arbustivo	<i>Echinocereus enneacanthus</i>	68	2.229	LCDR
SA	ME	Arbustivo	<i>Ferocactus hamatacanthus</i>	54	2.034	LCDR
SA	ME	Arbustivo	<i>Mammillaria heyderi</i>	14	0.850	LCDR
SA	ME	Arbustivo	<i>Suaeda palmeri</i>	689	12.787	Endémica de Coahuila



ÁREA	USV	ESTRATO	ESPECIE	DENSIDAD (ind·ha ⁻¹)	VIR (%)	ESTATUS
SA	Mi	Arbustivo	<i>Coryphantha macromeris</i>	14	1.477	LCDR
SA	Mi	Arbustivo	<i>Epithelantha bokei</i>	29	1.541	A
SA	Mi	Arbustivo	<i>Mammillaria heyderi</i>	71	1.766	LCDR
SA	Mi	Arbustivo	<i>Suaeda palmeri</i>	114	2.418	Endémica de Coahuila
SA	Mi	Arbustivo	<i>Thelocactus bicolor</i>	757	5.404	LCDR
SA	Msi	Arbustivo	<i>Corynopuntia schottii</i>	77	1.511	LCDR
SA	Msi	Arbustivo	<i>Coryphantha macromeris</i>	18	0.997	LCDR
SA	Msi	Arbustivo	<i>Echinocereus enneacanthus</i>	45	1.315	LCDR
SA	Msi	Arbustivo	<i>Mammillaria pottsii</i>	5	0.877	LCDR

CR-Msi=Crasi-Rosulifolio espinoso con Matorral Subinorme, Da=Vegetación de Desiertos Arenosos, ME=Matorral Espinoso, Mi=Matorral Inorme, Msi=Matorral Subinorme, IEE=Importancia Económica Ecológica, USV= Uso de Suelo y Tipo de Vegetación, VIR= Valor de Importancia Relativa, LCDR = Lento Crecimiento y Difícil Regeneración.

Especies de interés comercial presentes en el Sistema Ambiental

La falta de recursos hace que el hombre que habita en regiones áridas se empeñe más en obtener provecho de la vegetación natural que el que vive en áreas con suficiente agua. De esta manera, un gran número de plantas silvestres se utilizan para fines de construcción, como cercas vivas, como combustible, como textiles, medicinales y aun como alimenticias, sobre todo en época de escasez.

Un claro ejemplo de ello es la candelilla (*Euphorbia antisyphilitica*) de cuyos tallos se obtiene cera de buena calidad. El ixtle para la fabricación de cordones, costales, bolsas y otros productos se obtienen principalmente de las hojas tiernas de la lechuguilla (*Agave lechuguilla*).

El mezquite (*Prosopis glandulosa*) es la especie que más se aprovecha por los habitantes de la región, es utilizado en la construcción de viviendas, en trabajos de carpintería, se utiliza como combustible (ya sea como leña o carbón), se emplea como poste para cercas que delimitan predios. Su fruto es utilizado como alimento se comen maduros y secos o bien se muelen en forma de harina.



A continuación se describen los usos más comunes para las especies presentes en el SA (Cuadro 4.31).

Cuadro 4.31. Especies de interés comercial presentes en el Sistema Ambiental.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	VALOR DE USO
Amaranthaceae	<i>Atriplex acanthocarpa</i>	Saladillo	Forrajero: Se considera esta especie con un valor forrajero bueno
Amaranthaceae	<i>Atriplex canescens</i>	Costilla de vaca	Alimenticio: Las hojas y semillas son comestibles
Amaranthaceae	<i>Salsola tragus</i>	Rodadora	Ecológico: Es considerada como una maleza muy perjudicial
Amaranthaceae	<i>Suaeda palmeri</i>	Jauja	Forrajero: Se considera esta especies con un valor forrajero pobre
Amaranthaceae	<i>Tidestromia lanuginosa</i>	Hierba ceniza	Forrajero: Se considera esta especies con un valor forrajero pobre
Asparagaceae	<i>Agave lecheguilla</i>	Lechuguilla	Materia prima: Se extraen fibras vegetales (Ixtle)
Asparagaceae	<i>Agave scabra</i>	Maguey serrano	Reforestación: Está planta es utilizada en la reforestación de agostaderos
Asparagaceae	<i>Dasyilirion cedrosanum</i>	Sotol	Materia prima: Se utiliza en la elaboración de licores artesanales
Asparagaceae	<i>Yucca rigida</i>	Palmito	Ornamental: Se utiliza como planta de ornato en jardines escénicos
Asteraceae	<i>Ageratina wrightii</i>	Agérato	Forrajero: Especie con valor forrajero principalmente para ganado bovino y caprino
Asteraceae	<i>Bahia dealbata</i>	Bahía	Ornamental: Se cultiva ocasionalmente como ornamental en las partes áridas
Asteraceae	<i>Baileya multiradiata</i>	Mostaza	Maleza: Se reporta como maleza en diferentes cultivos
Asteraceae	<i>Helianthus petiolaris</i>	Girasol	Ornamental: Se utiliza como planta ornamental en exteriores
Asteraceae	<i>Machaeranthera pinnatifida</i>	Manzanilla montéz	Medicinal: La infusión de las hojas y tallo se aplica en granos e infecciones cutáneas
Asteraceae	<i>Porophyllum linaria</i>	Venadilla	Forrajero: Se considera con un valor forrajero pobre
Asteraceae	<i>Thymophylla pentachaeta</i>	Limoncillo	Ecológica: Especies indicadora de sobrepastoreo
Asteraceae	<i>Viguiera stenoloba</i>	Viguera	Forrajero: Se considera con un valor forrajero pobre
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Tronadora	Materia prima: En el medio rural se utiliza en la construcción de casas
Boraginaceae	<i>Cordia parvifolia</i>	Vara prieta	Medicinal: La infusión de esta planta se toma contra el dolor de estómago, riñones y diabetes
Boraginaceae	<i>Tiquilia greggii</i>	Oreja de ratón	Forrajero: Se considera con un valor forrajero pobre



FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	VALOR DE USO
Bromeliaceae	<i>Hechtia texensis</i>	Falso Agave	Forrajero: Especie con valor forrajero principalmente para ganado bovino y caprino
Cactaceae	<i>Ariocarpus fissuratus</i>	Chautle	Ornamental: Se aprovecha la planta completa
Cactaceae	<i>Astrophytum capricorne</i>	Cuerno de cabra	Ornamental: Se aprovecha la planta completa
Cactaceae	<i>Astrophytum coahuilense</i>	Bonete de obispo	Ornamental: Se aprovecha la planta completa
Cactaceae	<i>Corynopuntia schottii</i>	Perritos	Ornamental: Se aprovecha la planta completa
Cactaceae	<i>Coryphantha macromeris</i>	Biznaga dedos largos	Ornamental: Se aprovecha la planta completa
Cactaceae	<i>Coryphantha poselgeriana</i>	Biznaga partida	Ornamental: Se aprovecha la planta completa
Cactaceae	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardenche	Materia prima: Cercos vivos
Cactaceae	<i>Cylindropuntia kleiniae</i>	Tasajillo macho	Materia prima: En la construcción de cercos vivos
Cactaceae	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	Tasajillo	Ornamental: Decorativa en jardines exteriores
Cactaceae	<i>Echinocactus horizonthalonius</i>	Biznaga meloncillo	Alimenticio: Dulce cristalizado
Cactaceae	<i>Echinocereus enneacanthus</i>	Alicoche	Alimenticio: Frutos comestibles
Cactaceae	<i>Echinocereus pectinatus</i>	Cojón de toro	Ornamental: Se aprovecha la planta completa, flores vistosas
Cactaceae	<i>Echinocereus stramineus</i>	Alicoche	Alimenticio: Frutos comestibles
Cactaceae	<i>Epithelantha bokei</i>	Biznaga barrilito	Ornamental: Se aprovecha la planta completa
Cactaceae	<i>Escobaria tuberculosa</i>	Biznaga rombica	Ornamental: en jardines o pequeñas macetas
Cactaceae	<i>Ferocactus hamatacanthus</i>	Costillón	Alimenticio: Frutos comestibles
Cactaceae	<i>Glandulicactus uncinatus</i>	Ganchuda	Ornamental: Se aprovecha la planta completa
Cactaceae	<i>Lophophora williamsii</i>	Peyote	Ornamental: Se aprovecha la planta completa
Cactaceae	<i>Mammillaria heyderi</i>	Biznaga china	Ornamental: Se aprovecha la planta completa
Cactaceae	<i>Mammillaria lasiacantha</i>	Pelotita de golf	Ornamental: Se aprovecha la planta completa
Cactaceae	<i>Mammillaria pottsii</i>	Biznaga de corona	Ornamental: Se aprovecha la planta completa
Cactaceae	<i>Opuntia rastrera</i>	Nopal rastrero	Alimenticio: Se consume la penca como verdura
Cactaceae	<i>Opuntia rufida</i>	Cegador	Ornamental: Es una especie que se



FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	VALOR DE USO
			produce en vivero
Cactaceae	<i>Thelocactus bicolor</i>	Biznaga bicolor	Industrial: Se extraen aceites esenciales y saponinas
Cannabaceae	<i>Celtis pallida</i>	Granjeno	Combustible: Leña
Ephedraceae	<i>Ephedra aspera</i>	Canutillo	Medicinal: La infusión se consume en forma de té
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	Candelilla	Industrial: se extrae ricas ceras vegetales
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia peplus</i>	Hierba del coyote	Venenosa: Se considera una especie tóxica para el ser humano
Euphorbiaceae	<i>Jatropha dioica</i>	Sangre de drago	Medicinal: La infusión de la raíz se toma para los riñones. La raíz se mastica para amacizar los dientes
Fabaceae	<i>Acacia berlandieri</i>	Espino	Planta tóxica: La ingesta de esta planta puede provocar trastornos en el ganado
Fabaceae	<i>Acacia crassifolia</i>	Pata de vaca	Ornamental: Se utiliza como planta de ornato para exteriores
Fabaceae	<i>Acacia glandulifera</i>	Colmillo de víbora	Combustible: Leña
Fabaceae	<i>Acacia neovernicosa</i>	Huizachillo	Materia prima: Se utiliza como cercas vivas, mangos de herramientas
Fabaceae	<i>Hoffmanseggia glauca</i>	Coquitos	Forrajero: Especie con valor forrajero regular
Fabaceae	<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite	Alimenticio: Los frutos se comen maduros y secos o bien se muelen en forma de harina
Fabaceae	<i>Senna demissa</i>	Retama	Forrajero: Se considera con un valor forrajero pobre
Fouquieriaceae	<i>Fouquieria splendens</i>	Albarda	Medicinal: Las flores hervidas y como té se ingiere como purgante, al igual para la tos y para controlar hemorragias
Krameriaceae	<i>Krameria parvifolia</i>	Mezquitillo	Medicinal: Se toma en forma de té para tratar enfermedades venéreas
Malvaceae	<i>Abutilon fruticosum</i>	Malva índica	Ecológica: Las semillas sirven de alimento a las aves como la codorniz. Las flores atraen a las aves y mariposas
Malvaceae	<i>Sida spinosa</i>	Huinar	Medicinal: Se le atribuyen propiedades medicinales diversas
Malvaceae	<i>Sphaeralcea hastulata</i>	Tomatillo montéz	Ornamental: Tiene potencial como especies de ornato
Martyniaceae	<i>Proboscidea fragrans</i>	Toritos	Maleza: Se reporta como maleza en diferentes cultivos
Nyctaginaceae	<i>Allionia incarnata</i>	Hierba de la hormiga	Medicinal: Inflamaciones, diarrea y fiebre
Oleaceae	<i>Forestiera angustifolia</i>	Panalero	Alimenticio: El fruto maduro es comestible
Oleaceae	<i>Menodora scabra</i>	Escobilla	Forrajero: Se considera con un valor forrajero bueno
Poaceae	<i>Aristida purpurea</i>	Zacate tres	Forrajero: Especie con valor forrajero



FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	VALOR DE USO
		barbas	principalmente para ganado bovino y caprino
Poaceae	<i>Bouteloua ramosa</i>	Zacate chino	Forrajero: Especie con valor forrajero principalmente para ganado bovino y caprino
Poaceae	<i>Cenchrus ciliaris</i>	Zacate buffel	Forrajero: Especie con valor forrajero principalmente para ganado bovino y caprino
Poaceae	<i>Dasyochloa pulchella</i>	Zacate borreguero	Forrajero: Especie con valor forrajero principalmente para ganado bovino y caprino
Poaceae	<i>Heteropogon contortus</i>	Zacate barba negra	Forrajero: Especie con valor forrajero principalmente para ganado bovino y caprino
Poaceae	<i>Hopia obtusa</i>	Zacate triguero	Forrajero: Especie con valor forrajero, principalmente para ganado bovino y caprino
Poaceae	<i>Panicum hallii</i>	Panizo	Forrajero: Especie con valor forrajero principalmente para ganado bovino y caprino
Poaceae	<i>Pennisetum ciliare</i>	Zacate buffel	Forrajero: Especie con valor forrajero principalmente para ganado bovino y caprino
Pteridaceae	<i>Astrolepis cochisensis</i>	Helecho	Ornamental: Se utiliza como planta de ornato para exteriores
Rhamnaceae	<i>Ziziphus obtusifolia</i>	Clepe	Forrajero: Se considera esta especie con un valor forrajero bueno
Selaginellaceae	<i>Selaginella lepidophylla</i>	Doradilla	Medicinal: La infusión se toma cuando se dificulta el parto en las señoras y el ganado
Solanaceae	<i>Datura quercifolia</i>	Toloache	Medicinal: Se utiliza para aliviar dolores, como antiasmático y para relajar músculos. Pero, es de cuidado, ya que es fácil envenenarse
Solanaceae	<i>Lycium berlandieri</i>	Cilindrillo	Alimenticio: El fruto maduro es comestible
Solanaceae	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Trompillo	Planta tóxica: Pueden causar trastornos e incluso la muerte del ganado
Tamaricaceae	<i>Tamarix ramosissima</i>	Pinabete	Ornamental: Se utiliza como planta de ornato para exteriores
Verbenaceae	<i>Lippia graveolens</i>	Orégano	Forrajero: Se considera con un valor forrajero regular
Zygophyllaceae	<i>Kallstroemia hirsutissima</i>	Hierba del campo	Forrajero: Especie con valor forrajero, principalmente para ganado bovino y caprino
Zygophyllaceae	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	Medicinal: En dolor de estómago, se toma una infusión muy diluida de las hojas, infección en piel

Comunidades vegetales presentes en el Área de Influencia

Para el estudio de la vegetación de este Proyecto se considera el sistema de clasificación de acuerdo a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie I Escala 1:50,000 del INEGI. En el AI se realizaron 28 sitios de muestreo, con ello fue posible caracterizar la cubierta vegetal y estimar los atributos de estructura, diversidad y equitatividad para cada tipo de vegetación.

La única comunidad vegetal presente en el AI de acuerdo con los criterios anteriores es la Vegetación de Desiertos Arenosos (Da). A continuación se describe la estructura y composición de esta comunidad vegetal presente tanto en el AI (Ver Anexo Cap IV- 4.1 Vegetación), como en el AP, para lo cual se incluyen atributos de densidad y valor de importancia para las especies dominantes por estrato.



- **Vegetación de Desiertos Arenosos (Da)**

Algunas de las especies que se pueden encontrar en esta comunidad vegetal proceden de las áreas circunvecinas, generalmente de Matorral Desértico Micrófilo, Mezquital u otros.

El estrato arbustivo está conformado por 21 especies con alturas que van desde 0.03 hasta 2.03 m, las dominantes son: gobernadora (*Larrea tridentata*, 1,149 ind·ha⁻¹; VIR = 46.227%), sangre de drago (*Jatropha dioica*, 736 ind·ha⁻¹; VIR = 11.683%), tasajillo (*Cylindropuntia leptocaulis*, 242 ind·ha⁻¹; VIR = 9.794%) y nopal cegador (*Opuntia rufida*, 142 ind·ha⁻¹; VIR = 8.625%) (**Cuadro 4.32**). Otras especies de importancia en el **AI** son: biznaga ganchuda (*Glandulicactus uncinatus*, 9 ind·ha⁻¹) que está en la categoría de Amenazada, de igual forma hay 4 especies de cactáceas consideradas de LCDR: mancacaballo (*Echinocactus horzonthalonius*) con 38 ind·ha⁻¹, costillón (*Ferocactus hamatacanthus*) con 4 ind·ha⁻¹, pelotita de golf (*Mammillaria lasiacantha*) con 22 ind·ha⁻¹ y biznaga de corona (*Mammillaria pottsii*) con 2 ind·ha⁻¹. La especie endémica jauja (*Suaeda palmeri*) tiene densidad de 51 ind·ha⁻¹.

Por otro lado, el estrato herbáceo está compuesto de 8 especies y altura promedio de 0.147 m, las especies dominantes son: mostaza (*Baileya multiradiata*) con densidad de 72,273 ind·ha⁻¹ y VIR de 62.69%, paraleña (*Thymophylla pentachaeta*) con 7,273 ind·ha⁻¹ y VIR de 8.512% y girasol (*Helianthus petiolaris*) con 6,364 ind·ha⁻¹ y VIR de 6.798%, la especie de menor densidad es el coquito (*Hoffmanseggia glauca*) con 455 ind·ha⁻¹ y VIR de 2.199% (**Cuadro 4.32**).



Cuadro 4.32. Atributos de la vegetación del estrato arbustivo y herbáceo de la vegetación de desiertos arenosos en el Área de Influencia.

ARBUSTOS						
ESPECIE	ALT MEDIA (m)	DENSIDAD (ind·ha ⁻¹)	DENS REL (%)	DOM REL (%)	FREC REL (%)	*VIR (%)
<i>Larrea tridentata</i>	1.348	1149	43.131	72.393	23.158	46.227
<i>Jatropha dioica</i>	0.576	736	27.628	2.158	5.263	11.683
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	0.714	242	9.084	5.562	14.737	9.794
<i>Opuntia rufida</i>	1.268	142	5.330	7.914	12.632	8.625
<i>Opuntia rastrera</i>	0.545	138	5.18	4.232	13.684	7.699
<i>Echinocereus enneacanthus</i>	0.311	38	1.426	0.291	8.421	3.379
<i>Cordia parvifolia</i>	1.800	20	0.751	3.775	2.105	2.210
<i>Suaeda palmeri</i>	0.940	51	1.914	1.153	2.105	1.724
<i>Fouquieria splendens</i>	2.030	11	0.413	1.001	2.105	1.173
<i>Prosopis glandulosa</i>	1.455	18	0.676	0.524	2.105	1.102
<i>Atriplex canescens</i>	1.350	7	0.263	0.353	2.105	0.907
<i>Ferocactus hamatacanthus</i>	0.295	4	0.150	0.068	2.105	0.774
<i>Cylindropuntia kleiniae</i>	0.770	22	0.826	0.279	1.053	0.719
<i>Menodora scabra</i>	0.550	20	0.751	0.115	1.053	0.640
<i>Mammillaria lasiacantha</i>	0.030	22	0.826	0.000	1.053	0.626
<i>Echinocactus horzonthalonius</i>	0.080	13	0.488	0.005	1.053	0.515
<i>Sericodes greggii</i>	0.620	9	0.338	0.139	1.053	0.510
<i>Glandulicactus uncinatus</i>	0.160	9	0.338	0.002	1.053	0.464
<i>Krameria parvifolia</i>	0.220	7	0.263	0.004	1.053	0.440
<i>Tiquilia greggii</i>	0.350	4	0.150	0.031	1.053	0.411
<i>Mammillaria pottsii</i>	0.050	2	0.075	0.000	1.053	0.376
Total	0.736	2,664	100	100	100	100

HIERBAS						
ESPECIE	ALT MEDIA (m)	DENSIDAD (ind·ha ⁻¹)	DENS REL (%)	DOM REL (%)	FREC REL (%)	*VIR (%)
<i>Baileya multiradiata</i>	0.189	72273	74.998	60.131	52.941	62.69
<i>Thymophylla pentachaeta</i>	0.090	7273	7.547	12.108	5.882	8.512
<i>Helianthus petiolaris</i>	0.085	6364	6.604	2.025	11.765	6.798
<i>Bahia dealbata</i>	0.080	5455	5.661	6.897	5.882	6.147
<i>Abutilon fruticosum</i>	0.450	909	0.943	10.159	5.882	5.661



HIERBAS						
ESPECIE	ALT MEDIA (m)	DENSIDAD (ind-ha ⁻¹)	DENS REL (%)	DOM REL (%)	FREC REL (%)	*VIR (%)
<i>ChamaeSAacha coniodes</i>	0.130	2273	2.359	7.609	5.882	5.283
<i>Cryptantha albida</i>	0.070	1364	1.415	0.826	5.882	2.708
<i>Hoffmanseggia glauca</i>	0.080	455	0.472	0.244	5.882	2.199
Total	0.147	96,366	100	100	100	100

* VIR = (Dens. Rel. + Dom. Rel. + Frec. Rel.)/3 DENS REI (%)= Densidad relativa (%), DOM REL (%)= Dominancia Relativa (%), FREC REL (%)=Frecuencia Relativa (%), VIR (%)= Valor de Importancia Relativa (%)

Diversidad y riqueza de especies en el Área de Influencia

La riqueza de especies por estratos para la comunidad vegetal del AI se muestra en el **Cuadro 4.33**. El estrato arbóreo está ausente tanto en el SA como en el AI y AP. El estrato arbustivo en la vegetación de desiertos arenosos (Da) presenta una riqueza de 21 especies, las más abundantes son: *Larrea tridentata*, *Jatropha dioica*, *Cylindropuntia leptocaulis*, *Opuntia rufida*, *Opuntia rastrera* y *Echinocereus enneacanthus*. En cuanto al estrato herbáceo el Da presenta una riqueza de 8 especies, las más comunes son: *Baileya multiradiata*, *Thymophylla pentachaeta*, *Helianthus petiolaria*, *Bahia dealbata* y *Abutilon fruticosum*.

El índice de diversidad se calculó con el índice de Shannon-Wiener, con los datos obtenidos podemos calcular la diversidad de la comunidad vegetal por estrato. En cuanto al estrato arbustivo de la vegetación de desierto arenosos se presentó un índice de diversidad con 2.389 nats., en el estrato herbáceo del Da se presentó un índice de diversidad de 1.588 nats, ambos índices nos muestran un valor entre medio y bajo en cuanto a la diversidad presente (**Cuadro 4.33**).

La equitatividad es un indicador de la distribución proporcional de especies en una comunidad vegetal, a mayor equitatividad menos especies dominantes y a menor equitatividad mayores especies dominantes. En el estrato arbustivo el Da tiene un valor de 78.456% y el estrato herbáceo un valor de 76.383% (**Cuadro 4.33**).



Cuadro 4.33. Riqueza de especies, índice de diversidad y equitatividad del estrato arbustivo y herbáceo en el Área de Influencia.

COMUNIDAD VEGETAL	ESTRATO	RIQUEZA DE ESPECIES	INDICE DE DIVERSIDAD (nats)	EQUITATIVIDAD (%)
Vegetación de desiertos arenosos	Herbáceo	21	2.389	78.456
	Arbustivo	8	1.588	76.383

Comunidades vegetales presentes en el Área del Proyecto

Para caracterizar la estructura de la vegetación presente en el AP se realizó un muestreo con un total de 23 sitios. De acuerdo con el INEGI (1971), la única comunidad vegetal presente en el AP fue:

- **Vegetación de Desiertos Arenosos (Da)**

Esta comunidad está constituida por arbustos agrupados en manchones, carente de arbolado. El estrato arbustivo lo constituyen 16 especies, con alturas de 0.153 a 3.180 m, la especie dominante es gobernadora (*Larrea tridentata*, 1,029 ind·ha⁻¹; VIR = 45.433%); las especies codominantes son: sangre de drago (*Jatropha dioica*, 1,014 ind·ha⁻¹; VIR = 16.049%), nopal cegador (*Opuntia rufida*, 125 ind·ha⁻¹; VIR = 8.618%), tasajillo (*Cylindropuntia leptocaulis*, 120 ind·ha⁻¹; VIR = 5.718%) y nopal rastrero (*Opuntia rastrea* 82 ind·ha⁻¹; VIR = 5.295%), la especie endémica jauja (*Suaeda palmeri*) tiene densidad de 184 ind·ha⁻¹; VIR = 5.295%), de igual forma hay 3 especies de lento crecimiento, el *Echinocereus enneacanthus*, *Ferocactus hamatacanthus* y *Coryphantha macromeris* que integran el VIR de 4.368% (**Cuadro 4.34**).

El estrato herbáceo lo integran 9 especies, las dominantes son *Baileya multiradiata* con densidad de 113,529 ind·ha⁻¹ y VIR de 51.379%, *Machaeranthera pinnatifida* con 7.059 ind·ha⁻¹ y VIR de 22.551% y *Cryptantha albida* con 21,176 ind·ha⁻¹ y VIR de 8.858% (**Cuadro 4.34**).



Cuadro 4.34. Atributos de la vegetación del estrato arbustivo y herbáceo de la vegetación de desiertos arenosos en el Área del Proyecto.

ARBUSTOS						
ESPECIE	ALT MEDIA (m)	DENSIDAD (ind·ha ⁻¹)	DENS REL (%)	DOM REL (%)	FREC REL (%)	*VIR (%)
<i>Larrea tridentata</i>	1.521	1,029	38.239	73.952	24.107	45.433
<i>Jatropha dioica</i>	0.595	1,014	37.681	3.324	7.143	16.049
<i>Opuntia rufida</i>	1.086	125	4.645	6.029	15.179	8.618
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	0.968	120	4.459	1.980	10.714	5.718
<i>Opuntia rastrera</i>	0.533	82	3.047	2.123	10.714	5.295
<i>Suaeda palmeri</i>	0.745	184	6.838	4.304	3.571	4.904
<i>Fouquieria splendens</i>	2.139	23	0.855	2.152	7.143	3.383
<i>Cordia parvifolia</i>	1.820	25	0.929	3.414	4.464	2.936
<i>Echinocereus enneacanthus</i>	0.239	32	1.189	0.277	5.357	2.274
<i>Prosopis glandulosa</i>	3.180	5	0.186	1.823	1.786	1.265
<i>Ferocactus hamatacanthus</i>	0.313	14	0.520	0.040	2.679	1.080
<i>Coryphantha macromeris</i>	0.153	9	0.334	0.030	2.679	1.014
<i>Cylindropuntia kleiniae</i>	1.100	21	0.780	0.271	1.786	0.946
<i>Lycium berlandieri</i>	1.730	2	0.074	0.136	0.893	0.368
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	1.600	2	0.074	0.125	0.893	0.364
<i>Atriplex canescens</i>	0.820	4	0.149	0.021	0.893	0.354
Total	1.159	2,691	100	100	100	100

HIERBAS						
ESPECIE	ALT MEDIA (m)	DENSIDAD (ind·ha ⁻¹)	DENS REL (%)	DOM REL (%)	FREC REL (%)	*VIR (%)
<i>Baileya multiradiata</i>	0.201	113,529	67.719	32.847	53.571	51.379
<i>Machaeranthera pinnatifida</i>	0.243	7,059	4.211	52.728	10.714	22.551
<i>Cryptantha albida</i>	0.063	21,176	12.631	3.229	10.714	8.858
<i>Bahia dealbata</i>	0.150	10,294	6.140	5.956	3.571	5.222
<i>Sporobolus airoides</i>	0.355	2,647	1.579	4.655	7.143	4.459
<i>Laennecia coulteri</i>	0.180	7,941	4.737	0.295	3.571	2.868
<i>Helianthus petiolaris</i>	0.050	4,412	2.632	0.157	3.571	2.120
<i>Acourtia parryi</i>	0.190	294	0.175	0.129	3.571	1.292
<i>Proboscidea fragrans</i>	0.010	294	0.175	0.004	3.571	1.250
Total	0.160	167,646	100	100	100	100



* VIR = (Dens. Rel. + Dom. Rel. + Frec. Rel.)/3 DENS REI (%)= Densidad relativa (%), DOM REL (%)= Dominancia Relativa (%), FREC REL (%)=Frecuencia Relativa (%), VIR (%)= Valor de Importancia Relativa (%)

Diversidad y riqueza de especies en el Área del Proyecto

La riqueza de especies por estratos para la comunidad vegetal del AP se muestra en el **Cuadro 4.35**. El estrato arbóreo está ausente tanto en el SA como en el AI y AP.

El estrato arbustivo en la vegetación de desiertos arenosos (Da) presenta una riqueza de 16 especies, las especies más abundantes son: *Larrea tridentata*, *Jatropha dioica*, *Opuntia rufida*, *Cylindropuntia leptocaulis* y *Opuntia rastrera*. En cuanto al estrato herbáceo del Da se presenta una riqueza de 9 especies, las más comunes son: *Baileya multiradiata*, *Machaeranthera pinnatifida*, *Cryptantha albida*, *Bahia dealbata* y *Sporobolus airoides*.

El índice de diversidad se calculó con el índice de Shannon-Wiener, con los datos obtenidos podemos calcular la diversidad de la comunidad vegetal por estrato. En cuanto el estrato arbustivo de la vegetación de desierto arenosos presentó un índice de diversidad de 2.363 nats., en el estrato herbáceo del Da se presentó un índice de diversidad de 1.596 nats, ambos índices nos muestran un valor entre medio y bajo cuanto a la diversidad presente (**Cuadro 4.35**).

La equitatividad es un indicador de la distribución proporcional de especies en una comunidad vegetal, a mayor equitatividad menos especies dominantes y a menor equitatividad mayores especies dominantes. En el estrato arbustivo el Da tiene un valor de 85.215% y el estrato herbáceo un valor de 72.645% (**Cuadro 4.35**).

Cuadro 4.35. Riqueza de especies, índice de diversidad y equitatividad del estrato arbustivo y herbáceo en el Área del Proyecto.

COMUNIDAD VEGETAL	ESTRATO	RIQUEZA DE ESPECIES	INDICE DE DIVERSIDAD (nats)	EQUITATIVIDAD (%)
Vegetación de desiertos arenosos	Herbáceo	16	2.363	85.215
	Arbustivo	9	1.596	72.645



● Estado de conservación y/o deterioro de la vegetación en el Sistema Ambiental

Las comunidades vegetales presentes en el SA en su mayoría están constituidas por matorrales bajos característicos de zonas áridas, entre estos los más importantes son el matorral Crasi-Rosulifolio espinoso con Matorral Subinerme (CR-Msi) así como la Vegetación de Desiertos Arenosos (Da) de acuerdo con Miranda y Hernández (1963), estos se desarrollan en zonas con climas extremos y a menudo son expuestos a largos periodos de sequía. No obstante, algunos de éstos presentan alta diversidad como es el caso del el matorral Crasi-Rosulifolio espinoso con Matorral Subinerme, en donde las especies del estrato superior son mayormente arbustos; la riqueza de estos matorrales se incrementa en la época de lluvia, cuando aparecen especies de hierbas anuales. Los demás tipos de vegetación presentan una diversidad media.

El hábitat de estos matorrales es también el de otras especies de cactáceas y asparagáceas, algunas de estas son consideradas como LCDR, también, hay 5 especies registradas en el SA que están enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, estas cactáceas están principalmente distribuidas dentro del matorral Crasi-Rosulifolio espinoso con Matorral Subinerme y en la Vegetación de Desiertos Arenosos. En cuanto a los endemismos, sólo una especie (*Suaeda palmeri*) fue considerada en esta categoría según Villareal y Encina (2005). Por otra parte, la torrencialidad con que se presenta la precipitación pluvial en las zonas áridas y semiáridas propicia el arrastre de grandes cantidades de suelo, dejando una alta erosión en las zonas afectadas; el suelo perdido es el de las capas más fértiles, lo que conlleva a su degradación y a la pérdida de su capacidad productiva. La erosión eólica afecta de manera similar a estas zonas; actualmente otro factor de degradación del ecosistema, es un sobre-pastoreo y extracción informal de leña de mezquite, en algunas áreas, sobre todo las que se ubican en terrenos cercanos de la población y en zonas de propiedades ejidales. Estos aspectos no sólo afectan las capacidades de estas regiones para producir sino que contribuyen a la pérdida de biodiversidad y a su invasión por especies exóticas.



b) Fauna

El SA está ubicado dentro de las ecorregiones¹⁰ desierto Chihuahuense (Chihuahuan desert) y matorral de la Meseta Central (Meseta Central matorral); el matorral de la Meseta Central se encuentran rodeados de tres cordilleras, la Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental y la Faja Volcánica Transmexicana, en su mayoría esta ecorregión se encuentra formada por planicies desérticas con pequeñas montañas no mayores a los 2,400 msnm; debido a las barreras geográficas con las que cuenta el relieve, favoreció a la diferenciación y evolución de las especies, contando con un total de 248 endémicas para Mesoamérica de las cuales 20 se encuentra en estado crítico (ver **Figura 4.16**).

Para el caso de la herpetofauna es considerada una de las más ricas, contando con una gran cantidad de endemismos en reptiles. En avifauna ésta también cuenta con una gran riqueza de endemismos. Este grupo es representado por especies como: correcaminos norteño (*Geococcyx californianus*), codorniz escamosa (*Callipepla squamata*), búho manchado (*Strix occidentalis*), águila real (*Aquila chrysaetos*), búho cornudo (*Bubo virginianus*), halcón peregrino (*Falco peregrinus*), aguililla cola roja (*Buteo jamaisensis*), y gorrión de Worthen (*Spizella wortheni*). Por último, algunos de las especies de mamíferos que se pueden encontrar en esta región son la tuza (*Orthogeomys spp.*), coyote (*Canis latrans*), musaraña (*Sorex saussurei*), perrito llanero (*Cynomys mexicanus*), éste siendo el de mayor riesgo.

La ecorregión del desierto Chihuahuense se encuentra rodeada por dos cordilleras al oeste por la Sierra Madre Occidental y al este por la Sierra Madre Oriental, el relieve cuenta con una altura no mayor a 1,500 msnm. Esta área cuenta con una gran cantidad de mamíferos, como berrendo (*Antilocapra americana*), venado bura (*Odocoileus hemionus*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), jaguar (*Panthera onca*), pecarí de collar (*Pecari tajacu*), conejo del desierto (*Sylvilagus audubonii*), liebre cola negra (*Lepus californicus*), rata

¹⁰ Basado en la clasificación de ecorregiones de la World Wildlife Fund. 2006. WildFinder: Online database of species distributions, ver. Jan-06 www.worldwildlife.org/science/wildfinder



canguro (*Dipodomys sp.*), ratón de abazones (*Perognathus spp.*), rata de campo (*Neotoma spp.*), ratón norteamericano (*Peromyscus spp.*).

En cuanto avifauna, se puede encontrar al correcaminos norteño (*Geococcyx californianus*), cuitlacoche norteño (*Toxostoma curvirostra*), codorniz escamosa (*Callipepla squamata*), bolsero tunero (*Icterus parisorum*), zacatonero garganta negra (*Amphispiza bilineata*), capulinerio negro (*Phainopepla nitens*), no sólo podemos encontrar aves de pequeña y mediana envergadura, también aves de gran envergadura como rapaces y carroñeras como búho cornudo (*Bubo virginianus*), tecolote llanero (*Athene cunicularia*), halcón esmerejón (*Falco columbarius*), aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*), aguililla aura (*Buteo albonotatus*) y zopilote común (*Cathartes aura*).

La herpetofauna de esta región está fuertemente asociada a la zona, algunas de las especies que se encuentran son; camaleón cornudo texano (*Phrynosoma cornutum*), gecko de bandas del noreste (*Coleonyx brevis*), gecko de bandas reticuladas (*C. reticulatus*), lagartija sorda mayor (*Cophosaurus texanus*), diferentes lagartijas espinosas (*Sceloporus spp.*), así como una gran variedad de huicos (*Aspidozelis tigris*), (*A. marmoratus*), (*A. tessellatus*), (*A. neomexicanus*), estas dos últimas especies en hábitats perturbados utilizan la partenogénesis como medio reproductivo. Los ofidios más representativos de esta zona son culebra ratonera de Trans-pecos (*Bogertophis subocularis*), culebra encapuchada mexicana (*Tantilla atriceps*), así como diferentes serpientes chirrioneras (*Coluber fallum*), (*C. taeniatus*) y algunas tortugas endémicas del desierto como tortuga de Mapimí (*Gopherus flavomarginatus*) y tortuga de Cuatro Ciénegas (*Terrapene coahuila*).

Las dos ecorregiones cuentan con barreras geográficas en común; Sierra Madre Occidental, la Sierra Madre Oriental, sólo para el matorral de la Meseta Central la Faja Volcánica Transmexicana forma barrera. Esto genera una gran riqueza faunística endémica así como corredores biológicos, siendo el desierto Chihuahuense el tercer desierto más diverso del mundo, en cuanto al matorral de la Meseta Central se encuentra como una de las áreas más extensas de México. Uno de los mayores problemas ambientales para ambas ecorregiones es la agricultura ya que debido a esta se genera el cambio de uso de suelo, los asentamientos humanos son otro de los grandes problemas debido a que causan el

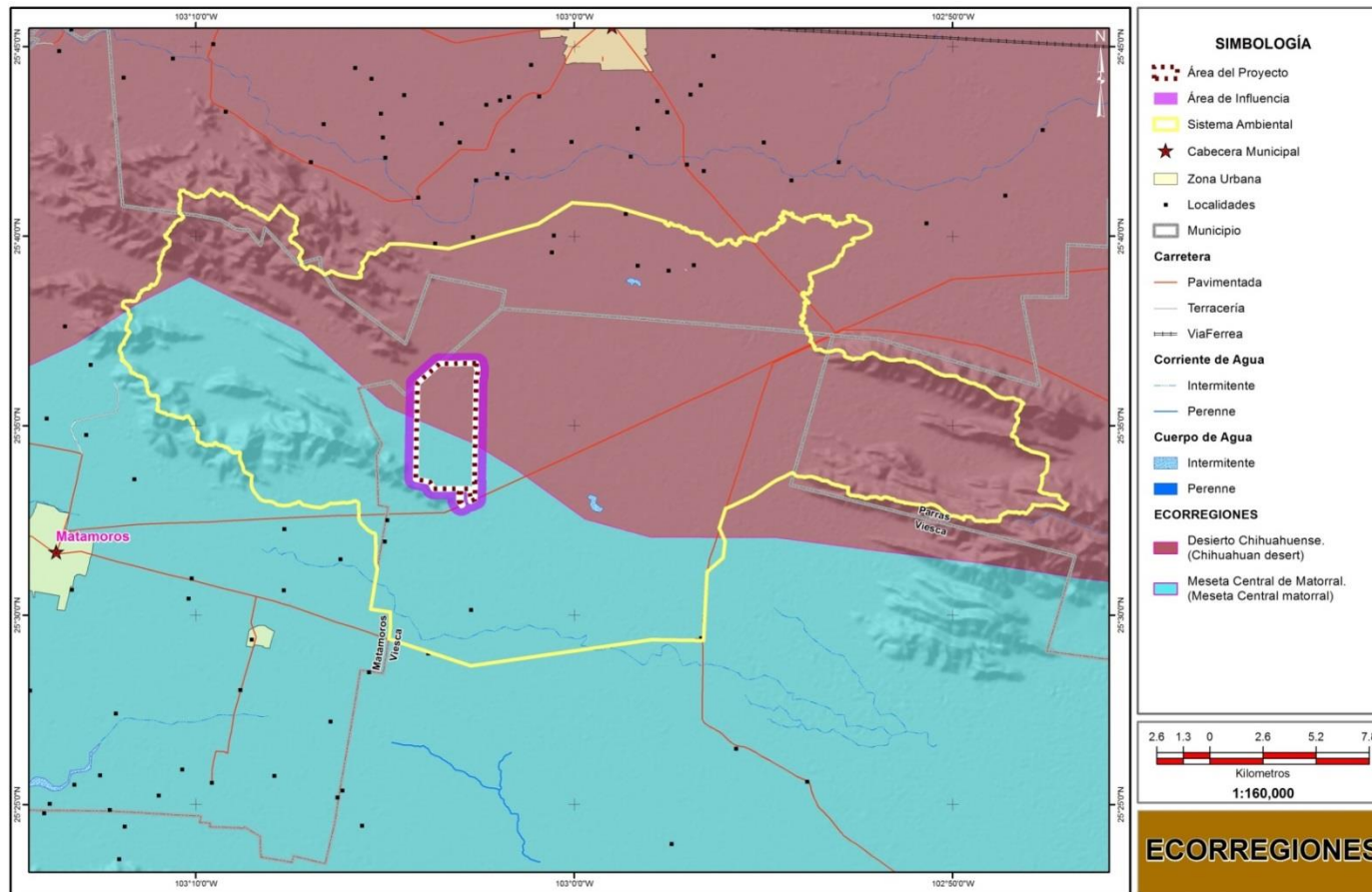


ahuyentamiento y eliminación de mamíferos debido a la caza ilegal, en cuanto avifauna es el tráfico de estas especies, mismo problema que presentan las cactáceas de estas regiones. Para herpetofauna, los mayores riesgos que presentan es la destrucción de su hábitat ya que algunos de ellos están específicamente adaptados a estos ambientes, otro problema que tiene este grupo es la falta de información de las poblaciones humanas, ya que al observar un ofidio inmediatamente piensan que es venenoso por lo que matan a estos organismos haciendo que las poblaciones bajen.

Algunas de las especies que se encontraron durante el muestreo en campo, mencionadas en los párrafos anteriores son: correcaminos norteño (*Geococcyx californianus*), codorniz escamosa (*Callipepla squamata*), búho cornudo (*Bubo virginianus*), aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*), cuilacoche norteño (*Toxostoma curvirostra*), bolsero tunero (*Icterus parisorum*), zacatonero garganta negra (*Amphispiza bilineata*), capulinerero negro (*Phainopepla nitens*), tecolote llanero (*Athene cunicularia*), zopilote común (*Cathartes aura*). Para mamíferos: coyote (*Canis latrans*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), pecarí de collar (*Pecari tajacu*), conejo del desierto (*Sylvilagus auduboni*), liebre cola negra (*Lepus californicus*), rata canguro (*Dipodomys merriami*, *D. ordii*), rata de campo (*Neotoma albigula*), ratón norteamericano (*Peromyscus maniculatus*). En cuanto a herpetofauna se refiere, se observaron estas especies: lagartija cornuda texana (*Phrynosoma cornutum*), gecko de bandas del noreste (*Coleonyx brevis*), culebra ratonera de Trans-pecos (*Bogertophis subocularis*), lagartija sorda mayor (*Cophosaurus texanus*), diferentes especies de lagartijas espinosas (*Sceloporus cyanostictus*, *S. cyanogenys*, *S. ornatus*, *S. bimaculosus*), así como una gran variedad de huicos (*Aspidoscelis inornata*, *A. gularis*, *A. marmorata*), chirrionera (*Coluber flagellum*). Algunas de ellas presentan algún grado de protección debido al impacto que han tenido las actividades humanas en ellas.



Figura 4.16. Ubicación de los diferentes contextos respecto a ecorregiones en el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto Villanueva Solar.



● Resultados de campo en los diferentes contextos

En cuanto a los registros de fauna, de los diez tipos de vegetación donde se ubican el AP, AI y el SA; presenta una mayor área muestreada la vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme (Da(Mi)) con un total de 25 sitios en conjunto con el AP, AI y el SA, tanto AP como AI son representados por 3 sitios en este tipo de vegetación, mientras que el SA que cuenta con mayor extensión muestreada presentando 19 sitios con vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme (Da(Mi)), el segundo tipo de vegetación mejor representado es Crasi-rosulifolios espinosos, matorral subinerme, nopalera (CR-Ms-No) con un total de 5 sitios, el AI cuenta con un sitio, mientras que el SA cuenta con 4 sitios, tanto el Crasi-rosulifolios espinosos, matorral subinerme (CR-Ms) y el Matorral espinoso (Me) cuentan con 3 sitios y solamente están presentes en el SA (ver **Cuadro 4.36** y **Figura 4.17**).



Cuadro 4.36. Registros de fauna por sitio y tipo de vegetación.

CONTEXTO	SITIO	CLAVE USV	USV 50 MIL	ROEDORES	MAMÍFEROS	ANFIBIOS	REPTILES	AVES	TOTAL
Área de Proyecto	F17	Da(Mi)	Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme	2	7		9	46	64
	F18	Da(Mi)	Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme	2	3		2	28	35
	F19	Da(Mi)	Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme	1	8		7	89	105
Área de Influencia	F16A	Da(Mi)	Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme	1	4		8	23	36
	F16B	Da(Mi)	Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme	3	22		45	69	139
	F20	Da(Mi)	Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme		2		27	14	43
	F27	CR-Ms-No	Crasi-rosulifolios espinosos, matorral subinerme, nopalera	2	4		20	19	45
Sistema Ambiental	F01	Me	Matorral espinoso	1	8		7	46	62
	F02	Da(Mi)	Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme		15			19	34
	F03	CR-Ms	Crasi-rosulifolios espinosos, matorral subinerme	2	8		16	32	58
	F04	CR-Ms	Crasi-rosulifolios espinosos, matorral subinerme		15		33	23	71
	F05	CR-Ms-No	Crasi-rosulifolios espinosos, matorral subinerme, nopalera		6		20	57	83
	F06	CR-Ms	Crasi-rosulifolios espinosos, matorral subinerme		3		43	52	98
	F07	Da(Mi)	Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme		3			24	27
	F08	Da(Ms-H-No)	Vegetación de desiertos arenosos, matorral subinerme, vegetación halófito, nopalera		3		19	86	108
	F09	Me	Matorral espinoso	3	3		8	43	57



CONTEXTO	SITIO	CLAVE USV	USV 50 MIL	ROEDORES	MAMÍFEROS	ANFIBIOS	REPTILES	AVES	TOTAL
	F10	Da(Mi)	Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme		20		6	27	53
	F11	Da(Mi)	Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme	1	1		1	41	44
	F12	Da(Mi)	Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme		4		6	57	67
	F13	Da(Mi)	Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme		4		2	48	54
	F14	Da(Mi)	Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme		2		9	15	26
	F15	Ara	Agricultura de riego anual		13		41	99	153
	F21	Da(Mi)	Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme	1	5		19	23	48
	F22	Me	Matorral espinoso	3	14			27	44
	F23	Da(Mi)	Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme	3	29		33	79	144
	F24	Da(Mi)	Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme		24		15	34	73
	F25	Da(Mi)	Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme	3	1		17	22	43
	F26	Da(Mi)	Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme		2		5	54	61
	F28	CR-Ms-No	Crasi-rosulifolios espinosos, matorral subinerme, nopalera				35	37	72
	F29	S(Me)	Vegetación secundaria, matorral espinoso		11		1	7	19
	F30	Da(Mi)	Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme	3	3	2	9	33	50
	F31	CR-Ms-No	Crasi-rosulifolios espinosos, matorral subinerme, nopalera	2	10		30	67	109
	F32	Mi	Matorral inerme	4	16			51	71
	F33	Ms	Matorral subinerme	2	11		18	59	90
	F34	Da(Mi)	Vegetación de desiertos	4	12		18	18	52

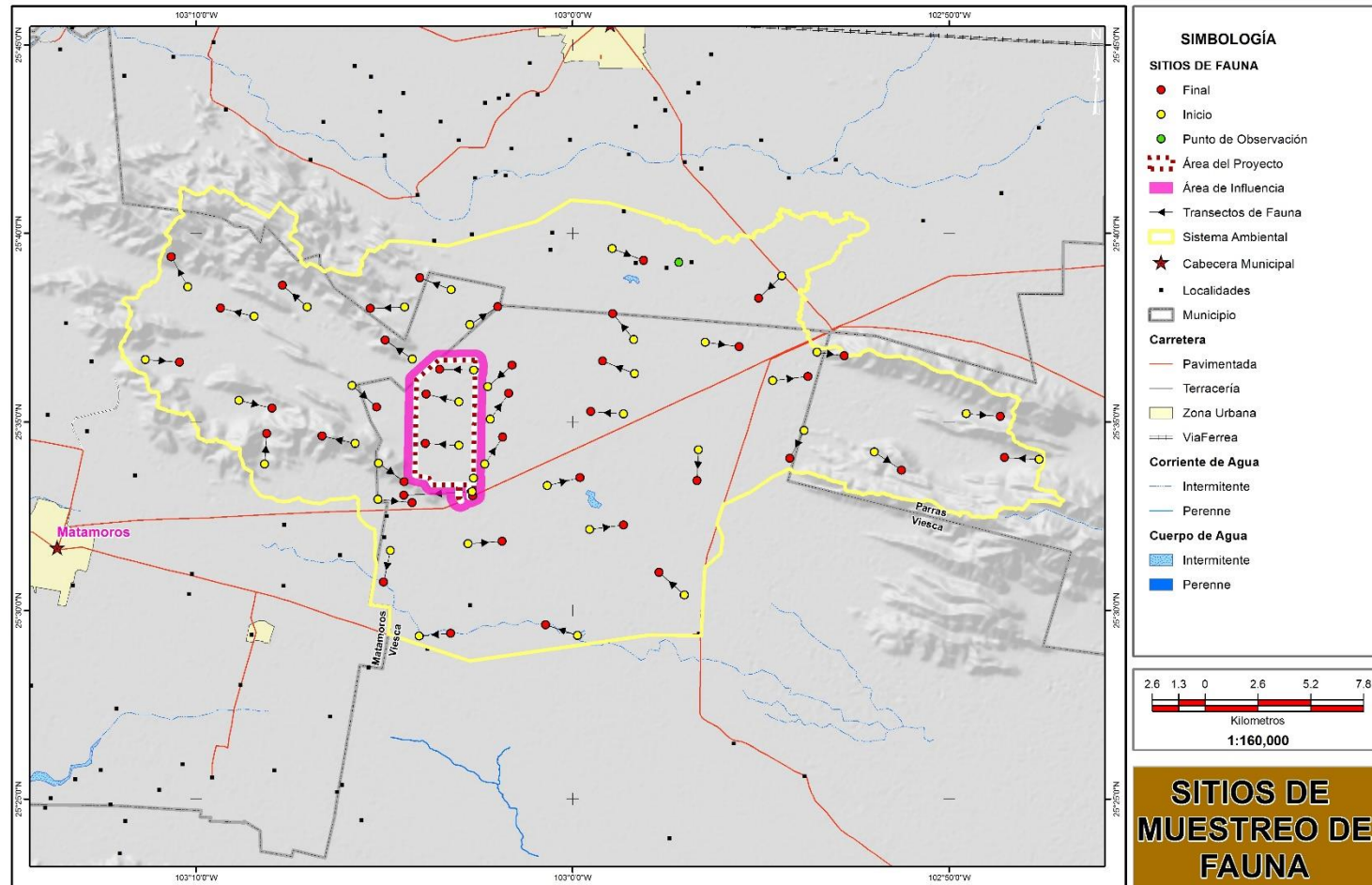


CONTEXTO	SITIO	CLAVE USV	USV 50 MIL	ROEDORES	MAMÍFEROS	ANFIBIOS	REPTILES	AVES	TOTAL
			arenosos, matorral inerme						
	F35	Ms	Matorral subinerme		10		11	22	43
	F36	CR-Ms-No	Crasi-rosulifolios espinosos, matorral subinerme, nopalera		3		17	9	29
	F37	Da(Mi)	Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme		12	2	19	31	64
	F38	Da(Mi)	Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme		3		37	49	89
	F39	Da(Mi)	Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme		12		16	39	67
	F40	Da(Mi)	Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme		5		4	28	37
	F41	Da(Mi)	Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme	3	24		26	91	144
	PO1	C.A.	Cuerpo de agua permanente	1			5	64	70
TOTAL GENERAL				47	365	4	66	1801	2881

Nota: CLAVE USV= Acrónimos de los usos de uso del suelo y vegetación escala 1:50 000 de INEGI, descritos en campo de USV 50 MIL de esta misma tabla. En campo SITIO se enlistan los sitios refiriéndose a F a transectos y PO a Punto de Observación.



Figura 4.17. Sitios de Muestreo de Fauna.



● Descripción de la fauna en el Sistema Ambiental

Se realizaron 35 transectos lineales y un punto de observación (PO) para el avistamiento de anfibios, aves, mamíferos y reptiles. Para cada uno de los sitios se realizó una búsqueda intensiva en un horario determinado dependiendo la biología de cada grupo, asimismo, se instalaron 5 estaciones olfativas, 5 trampas Tomahawk y 18 trampas Sherman por transecto y 6 cámaras trampa (sitios F36, F03, F06, F04, F37 y F41).

Abundancia relativa en el Sistema Ambiental

El muestreo en campo fue planeado para la obtención de abundancias relativas por grupo faunístico, de acuerdo con Sargeant & Douglas (1997) una de las actividades más sencillas y apropiadas de llevar a cabo para ejercer acciones de manejo y conservación dentro de cualquier área protegida, es la obtención de datos sobre la abundancia relativa de las especies (en adelante AR), los cuales resultan de gran utilidad para la detección de cambios en la dinámica de las poblaciones de fauna silvestre, permitiendo así comprender la dinámica de las especies y estar en la capacidad identificar el efecto de las acciones de manejo sobre éstas, o de los impactos causados por la obra en nuestro caso.

Dentro del SA se reportan 5 grupos de fauna con 102 especies, el grupo los roedores con 8 especies, los mamíferos con 10 especies, anfibios con sólo una especie, reptiles con 28 especies y aves con 56 especies, los cuales presentan un total de 2,414 registros.

Agricultura de riego anual (Ara).- Aunque esta área es utilizada por actividades humanas, no deja de presentar actividad faunística, encontrándose tres grupos presentes en esta zona (aves, reptiles y mamíferos), en total se obtuvieron 20 especies y 153 registros. Para reptiles se contabilizaron 7 especies y 41 registros, mamíferos un total de 3 especies con 15 registros y aves 10 especies y 99 registros; dentro del grupo de mamíferos los que obtuvieron un AR más alta fueron la liebre de cola negra (*Lepus californicus*) con 53.85% y coyote (*Canis latrans*) con 30.77%; en reptiles los que presentan una mayor AR son el huico cola de látigo azul (*Aspidoscelis inornata*) con 60.98% y la lagartija costado manchado (*Uta stansburiana*) con 19.51%; finalmente para aves la paloma huilota (*Zenaida macroura*) es la



que presentó una mayor AR de 30.30% seguida de la garza ganadera (*Bubulcus ibis*) con 23.23% de AR. Ver **Cuadro 4.37**.

Cuerpo de agua permanente (C.A.).- En este tipo de vegetación se observaron 15 especies de 3 grupos y un total de 70 ejemplares de fauna. Para el caso de roedores sólo se encontró el ardillón mexicano (*Spermophilus mexicanus*); mientras que en reptiles se observaron dos especies con un total de 5 ejemplares, huico cola de látigo azul (*Aspidoscelis inornata*) con una AR de 60% y tortuga de orejas rojas (*Trachemys scripta*); en el caso de las aves se encontraron 12 especies y 64 organismos, siendo la golondrina tijereta (*Hirundo rustica*) la que presenta una mayor AR seguido del zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*) con 25% y 15.63%, respectivamente (ver **Cuadro 4.37**).

Crasi-rosulifolios espinosos, matorral subinerme (CR-Ms).- En este tipo de vegetación se encontraron 37 especies de cuatro grupos faunísticos, teniendo un total de 227 registros; roedores con tan sólo el ardillón mexicano (*Spermophilus mexicanus*); mamíferos con un total de 8 especies y 26 registros, las AR más altas fueron para la liebre de cola negra (*Lepus californicus*) con 38.48% y el conejo del desierto (*Sylvilagus audubonii*) con 15.38%; reptiles reporta 13 especies y 92 registros, teniendo las mayores AR las especies siguientes: lagartija costado manchado (*Uta stansburiana*) con 30.43% y la lagartija cornuda cola redonda (*Phrynosoma modestum*) con 19.57%; en el caso de aves se tuvo un total de 15 especies y 107 registros, siendo el zacatonero garganta negra (*Amphispiza bilineata*) con 30.84% y la perлита gris (*Polioptila caerulea*) con 20.56% respectivamente las más frecuentes. Ver **Cuadro 4.37**.

Crasi-rosulifolios espinosos, matorral subinerme, nopalera (CR-Ms-No).- En este tipo de vegetación se encontró un total de 293 registros divididos en 34 especies de 4 grupos diferentes de fauna. Dentro del grupo de roedores sólo se registró el ardillón de roca (*Spermophilus variegatus*) con tan sólo dos ejemplares; en el caso de mamíferos se identificaron 6 especies y 19 registros, siendo la liebre de cola negra (*Lepus californicus*) y el coyote (*Canis latrans*) los más frecuentes con AR de 42.11% y 26.32%, respectivamente; para reptiles, el segundo grupo mejor representado con 9 especies y 102 registros, el huico marmoleado (*Aspidoscelis marmorata*) y la lagartija espinosa azul (*Sceloporus cyanogenys*)



con 19.61% y 24.51% son las más abundantes; en el caso de aves, el grupo mejor representado con 19 especies y 170 registros, en donde el zacatonero garganta negra (*Amphispiza bilineata*) fue el de mayor AR con 35.29% seguido de codorniz escamosa (*Callipepla squamata*) con una AR de 21.18%. Ver **Cuadro 4.37**.

Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme (Da(Mi)).- En este tipo de vegetación estuvieron presentes los cinco grupos de fauna con un total de 69 especies y 1,177 registros, los que presentaron mayor AR fueron los siguientes, para el caso de los roedores la rata canguro de merriam (*Dipodomys merriami*) y el ardillón mexicano (*Spermophilus mexicanus*) con 44.44% y 16.67%, respectivamente; para los mamíferos el coyote y la liebre de cola negra (*Canis latrans* y *Lepus californicus*) con 34.81% y 24.86%, debido a que los anfibios sólo tuvieron una especie, ésta representa el 100% de AR, en el caso de los reptiles la lagartija de las dunas (*Uma exsul*) y el huico marmoleado (*Aspidoscelis marmorata*) con una AR de 44.21% y 14.88%, respectivamente, ésta primera especie destaca dada su estatus de riesgo en peligro de extinción además de ser endémica (de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010), finalmente para aves el zacatonero garganta negra y el ceniztonle norteño (*Amphispiza bilineata* y *Mimus polyglottos*, respectivamente) con AR de 43.99% y 7.79%. Ver **Cuadro 4.37**.

Vegetación de desiertos arenosos, matorral subinerme, vegetación halófila, nopalera (Da(Ms-H-No)).- Dentro de este tipo de vegetación se encontraron 3 grupos de fauna con un total de 10 especies y 108 registros; dentro del grupo de mamíferos la liebre cola negra (*Lepus californicus*) con 66.67% y el coyote (*Canis latrans*) con 33.33% representan la mayor AR; en el caso de los reptiles lo fueron la lagartija costado manchado (*Uta stansburiana*) con 52.63% seguido del huico marmoleado (*Aspidoscelis marmorata*) con 47.37%; por último, las aves son mayormente representadas de acuerdo a los valores de AR por el zacatonero garganta negra (*Amphispiza bilineata*) con 47.67% y perlita del desierto (*Poliophtila melanura*) con 18.60%. Ver **Cuadro 4.37**.

Matorral espinoso (Me).- Se obtuvieron 28 especies y 163 registros en este tipo de vegetación, de los cuales 3 especies de reptiles (15 registros), 4 especies de roedores (7 registros), 3 especies de mamíferos (25 registros) y 18 especies del grupo aves (116



registros); en el caso de reptiles el huico marmoleado (*Aspidoscelis marmorata*) con 86.67% corresponde a la de mayor AR; para roedores el ardillón mexicano (*Spermophilus mexicanus*) con 42.86% y el ratón norteamericano (*Peromyscus maniculatus*) con 28.57%; en el caso de mamíferos la liebre de cola negra (*Lepus californicus*) con 56% y el conejo del desierto (*Sylvilagus audubonii*) con 28%; finalmente en aves el zacatonero garganta negra (*Amphispiza bilineata*) con 32.76% y ceniztonle norteno (*Mimus polyglottos*) con 11.21% de AR. Ver **Cuadro 4.37**.

Matorral inerme (Mi).- En este tipo de vegetación se obtuvieron un total de 18 especies y 71 registros de 3 grupos diferentes, para reptiles, a pesar de ser un grupo bien representado en otros tipos de vegetación, no hubo reportes, esto no implica que el grupo no se encuentre en el área de la microcuenca, simplemente las condiciones durante el muestreo para los sitios ubicados en este tipo de vegetación no fueron las ideales. En aves se registran 11 especies y 51 registros, el tordo cabeza café (*Molothrus ater*) fue el que predominó con una AR de 31.37% seguido del zacatonero garganta negra (*Amphispiza bilineata*); los mamíferos son representados por 5 especies y 16 registros, de las cuales el conejo del desierto (*Sylvilagus audubonii*) con 37.50% de AR y la liebre de cola negra (*Lepus californicus*) con 25 % son las más abundantes; por último, los roedores registran 2 especies y 4 reportes siendo la rata canguro de merriam (*Dipodomys merriami*) y el ratón norteamericano (*Peromyscus maniculatus*) las especies más frecuentes con 75 % y 25 % de AR, respectivamente. Ver **Cuadro 4.37**.

Matorral subinerme (Ms).- Se observaron 133 organismos de 4 grupos con un total de 26 especies. Aves es el mejor representado con un total de 12 especies y 81 organismos, el zacatonero garganta negra (*Amphispiza bilineata*) tuvo una AR de 38.27%, el zopilote común (*Coragyps atratus*) con 25.93% de AR; en reptiles se registraron 7 especies y 29 organismos, siendo el huico de cola azul (*Aspidoscelis inornata*) con la mayor AR de 72.41% seguido de la lagartija costado manchado (*Uta stansburiana*) con una AR de 10.34%; mamíferos contó con un total de seis especies y 21 organismos, teniendo una mayor AR la liebre de cola negra (*Lepus californicus*) con 42.86% y el conejo del desierto (*Sylvilagus audubonii*) con 23.81%; por último para roedores sólo se registró la rata canguro de merriam (*Dipodomys merriami*). Ver **Cuadro 4.37**.



Vegetación secundaria, matorral espinoso (S(Me)).- La fauna que se encontró en este tipo de vegetación fue de 10 especies y 19 registros en tan sólo tres grupos representados, para el grupo de las aves se encontraron 4 especies y 7 registros, las 2 especies que contaron con mayor AR fueron el zacatonero garganta negra (*Amphispiza bilineata*) con 28.57% y la paloma huilota (*Zenaida macroura*) con 28.57%; mamíferos con 5 especies diferentes y 11 registros presenta valores de AR mayores para la liebre cola negra (*Lepus californicus*) con 54.55% y zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) con 18.18%; reptiles sólo es representado por la lagartija cornuda texana (*Phrynosoma cornutum*). Ver Cuadro 4.37.



Cuadro 4.37. Distribución de abundancia relativa por grupo faunístico por tipo de vegetación en el Sistema Ambiental.

GRUPO	NOMBRE CIENTÍFICO	Ara		C.A.		CR-Ms		CR-Ms-No		Da(Mi)		Da(Ms-H-No)		Me		Mi		Ms		S(Me)		TOT AL	
		Ind	AR	Ind	AR	Ind	AR	Ind	AR	Ind	AR	Ind	AR	Ind	AR	Ind	AR	Ind	AR	Ind	AR		
Roedores	<i>Cratogeomys castanops</i>									1	5.56%											1	
	<i>Dipodomys ordii</i>									2	11.11%											2	
	<i>Dipodomys merriami</i>									8	44.44%					3	75.00%	2	100%			13	
	<i>Neotoma albigula</i>									2	11.11%			1	14.29%							3	
	<i>Neotoma mexicana</i>													1	14.29%							1	
	<i>Peromyscus maniculatus</i>													2	28.57%	1	25.00%					3	
	<i>Spermophilus mexicanus</i>			1	100%	2	100%			3	16.67%			3	42.86%								9
	<i>Spermophilus variegatus</i>							2	100%	2	11.11%												4
	Total Roedores			1	100%	2	100%	2	100%	18	100%			7	100%	4	100%	2	100%			36	
Mamíferos	<i>Bassariscus astutus</i>					1	3.85%	1	5.26%	2	1.10%											4	
	<i>Canis latrans</i>	4	30.77%			2	7.69%	5	26.32%	63	34.81%	1	33.33%	4	16.00%	2	12.50%	4	19.05%			85	
	<i>Lepus californicus</i>	7	53.85%			10	38.46%	8	42.11%	45	24.86%	2	66.67%	14	56.00%	4	25.00%	9	42.86%	6	54.55%	105	
	<i>Lynx rufus</i>					4	15.38%	3	15.79%	28	15.47%					2	12.50%	1	4.76%	1	9.09%	39	
	<i>Pecari tajacu</i>									1	0.55%											1	
	<i>Puma concolor</i>					2	7.69%	1	5.26%	2	1.10%							1	4.76%	1	9.09%	7	
	<i>Spilogale gracilis</i>					1	3.85%													1	9.09%	2	
	<i>Sylvilagus audubonii</i>					4	15.38%							7	28.00%	6	37.50%	5	23.81%			42	
	<i>Taxidea taxus</i>									5	2.76%											5	
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	2	15.38%			2	7.69%	1	5.26%	15	8.29%					2	12.50%	1	4.76%	2	18.18%	25		
	Total Mamíferos	13	100%			26	100%	19	100%	181	100%	3	100%	25	100%	16	100%	21	100%	11	100%	315	
Anfibios	<i>Anaxyrus speciosus</i>									4	100%											4	
	Total Anfibios									4	0.34%											4	
Reptiles	<i>Aspidoscelis gularis</i>							5	4.90%													5	
	<i>Aspidoscelis inornata</i>	25	60.98%	3	60.00%	11	11.96%			33	13.64%							21	72.41%			93	
	<i>Aspidoscelis marmorata</i>					2	2.17%	20	19.61%	36	14.88%	9	47.37%	13	86.67%			1	3.45%			81	
	<i>Coleonyx brevis</i>									2	0.83%											2	
	<i>Coluber constrictor</i>					1	1.09%															1	
	<i>Coluber flagellum</i>							1	0.98%													1	
	<i>Coluber taeniatus</i>					1	1.09%											1	3.45%			2	
	<i>Cophosaurus texanus</i>					14	15.22%	4	3.92%													18	
	<i>Crotalus atrox</i>	1	2.44%							3	1.24%												4
	<i>Crotalus lepidus</i>					1	1.09%																1
	<i>Crotalus molossus</i>									1	0.41%												1
	<i>Crotaphytus antiquus</i>					1	1.09%	17	16.67%	7	2.89%												25
	<i>Crotaphytus collaris</i>					2	2.17%																2
	<i>Gambelia wislizenii</i>									4	1.65%							1	3.45%				5
	<i>Pantherophis emoryi</i>									1	0.41%												1
	<i>Phrynosoma cornutum</i>	1	2.44%											1	6.67%			1	3.45%	1	100%		4
<i>Phrynosoma modestum</i>	1	2.44%			18	19.57%	1	0.98%	3	1.24%												23	
<i>Pituophis catenifer</i>									1	0.41%												1	



GRUPO	NOMBRE CIENTÍFICO	Ara		C.A.		CR-Ms		CR-Ms-No		Da(Mi)		Da(Ms-H-No)		Me		Mi		Ms		S(Me)		TOT AL	
		Ind	AR	Ind	AR	Ind	AR	Ind	AR	Ind	AR	Ind	AR	Ind	AR	Ind	AR	Ind	AR	Ind	AR		
	<i>Pituophis deppei</i>	1	2.44%																			1	
	<i>Rhinocheilus lecontei</i>									2	0.83%											2	
	<i>Sceloporus bimaculosus</i>									5	2.07%											5	
	<i>Sceloporus cyanogenys</i>							25	24.51%	1	0.41%											26	
	<i>Sceloporus cyanostictus</i>					10	10.87%	13	12.75%	2	0.83%											25	
	<i>Sceloporus ornatus</i>					1	1.09%															1	
	<i>Sonora semianulata</i>																	1	3.45%			1	
	<i>Trachemys scripta</i>			2	40.00%																	2	
	<i>Uma exsul</i>	4	9.76%			2	2.17%			107	44.21%											113	
	<i>Uta stansburiana</i>	8	19.51%			28	30.43%	16	15.69%	34	14.05%	10	52.63%	1	6.67%			3	10.34%			100	
	Total Reptiles	41	100%	5	100%	92	100%	102	100%	242	100%	19	100%	15	100%			29	100%	1	100%	546	
Aves	<i>Actitis macularius</i>			1	1.56%																	1	
	<i>Amphispiza bilineata</i>	18	18.18%			33	30.84%	60	35.29%	322	43.99%	41	47.67%	38	32.76%	8	15.69%	31	38.27%	2	28.57%	553	
	<i>Archilochus alexandri</i>							2	1.18%	4	0.55%											6	
	<i>Archilochus colubris</i>							1	0.59%	1	0.14%											2	
	<i>Athene cunicularia</i>									2	0.27%											2	
	<i>Auriparus flaviceps</i>									4	0.55%				2	3.92%	4	4.94%				10	
	<i>Bubo virginianus</i>							2	1.18%	2	0.27%											4	
	<i>Bubulcus ibis</i>	23	23.23%																				23
	<i>Buteo jamaicensis</i>					4	3.74%	1	0.59%	10	1.37%								3	3.70%			18
	<i>Buteo swainsoni</i>									9	1.23%												9
	<i>Callipepla squamata</i>								36	21.18%	29	3.96%			4	3.45%	4	7.84%					73
	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	2	2.02%			1	0.93%	3	1.76%	40	5.46%				9	7.76%							55
	<i>Cardinalis sinuatus</i>					7	6.54%	11	6.47%	14	1.91%	11	12.79%	6	5.17%	2	3.92%						51
	<i>Cathartes aura</i>					6	5.61%	19	11.18%	24	3.28%				3	2.59%	3	5.88%	9	11.11%	2	28.57%	66
	<i>Charadrius vociferus</i>			1	1.56%																		1
	<i>Chordeiles acutipennis</i>	1	1.01%								14	1.91%			2	1.72%			2	2.47%			19
	<i>Colinus virginianus</i>					3	2.80%																3
	<i>Contopus sordidulus</i>										1	0.14%											1
	<i>Coragyps atratus</i>								2	1.18%									21	25.93%			23
	<i>Corvus corax</i>										16	2.19%	4	4.65%	3	2.59%			2	2.47%			25
	<i>Empidonax traillii</i>																		1	1.23%			1
	<i>Geococcyx californianus</i>	4	4.04%	2	3.13%						6	0.82%							2	2.47%			14
	<i>Hirundo rustica</i>			16	25.00%										1	0.86%							17
	<i>Icterus parisorum</i>										3	0.41%											3
	<i>Icterus spurius</i>					1	0.93%																1
	<i>Lanius ludovicianus</i>					3	2.80%	2	1.18%	18	2.46%							2	3.92%				25
<i>Melanerpes aurifrons</i>			2	3.13%										2	1.72%							4	
<i>Mimus polyglottos</i>	9	9.09%			8	7.48%	1	0.59%	57	7.79%				13	11.21%	4	7.84%	3	3.70%			95	
<i>Molothrus aeneus</i>					1	0.93%																1	
<i>Molothrus ater</i>			10	15.63%						5	0.68%			7	6.03%	16	31.37%					38	
<i>Myiarchus cinerascens</i>	6	6.06%			2	1.87%	6	3.53%	11	1.50%												25	



GRUPO	NOMBRE CIENTÍFICO	Ara		C.A.		CR-Ms		CR-Ms-No		Da(Mi)		Da(Ms-H-No)		Me		Mi		Ms		S(Me)		TOT AL
		Ind	AR	Ind	AR	Ind	AR	Ind	AR	Ind	AR	Ind	AR	Ind	AR	Ind	AR	Ind	AR	Ind	AR	
	<i>Parabuteo unicinctus</i>									1	0.14%			1	0.86%							2
	<i>Passer domesticus</i>									15	2.05%											15
	<i>Passerina caerulea</i>			2	3.13%					3	0.41%			2	1.72%	2	3.92%					9
	<i>Phainopepla nitens</i>													6	5.17%							6
	<i>Poliophtila caerulea</i>					22	20.56%	3	1.76%											1	14.29%	26
	<i>Poliophtila melanura</i>							6	3.53%	25	3.42%	16	18.60%	5	4.31%	2	3.92%					54
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	2	2.02%	10	15.63%					4	0.55%											16
	<i>Salpinctes obsoletus</i>					3	2.80%															3
	<i>Sayornis phoebe</i>	4	4.04%							1	0.14%											5
	<i>Spinus psaltria</i>			4	6.25%																	4
	<i>Spizella passerina</i>							5	2.94%													5
	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>			4	6.25%																	4
	<i>Streptopelia decaocto</i>			4	6.25%					2	0.27%			1	0.86%							7
	<i>Streptopelia risoria</i>									8	1.09%											8
	<i>Thryomanes bewickii</i>							1	0.59%													1
	<i>Toxostoma crissale</i>									1	0.14%											1
	<i>Toxostoma curvirostre</i>									17	2.32%	7	8.14%	10	8.62%							34
	<i>Tyrannus verticalis</i>									1	0.14%											1
	<i>Tyrannus vociferans</i>									6	0.82%											6
	<i>Tyto alba</i>																	1	1.23%			1
	<i>Vermivora celata</i>																	2	2.47%			2
	<i>Vireo bellii</i>									2	0.27%											2
	<i>Zenaida asiática</i>			8	12.50%	4	3.74%			9	1.23%	7	8.14%									28
	<i>Zenaida macroura</i>	30	30.30%			9	8.41%	9	5.29%	41	5.60%			3	2.59%	6	11.76%			2	28.57%	100
	<i>Zonotrichia leucophrys</i>									4	0.55%											4
	Total Aves	99	100%	64	100%	107	100%	170	100%	732	100%	86	100%	116	100%	51	100%	81	100%	7	100%	1513
	Total general	153		70		227		293		1177		108		163		71		133		19		2414

Nota: Ara=Agricultura de riego anual, C.A.=Cuerpo de agua permanente, CR-Ms=Crasi-rosulifolios espinosos, matorral subinerme, CR-Ms-No=Crasi-rosulifolios espinosos, matorral subinerme, nopalera, Da(Mi)=Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme, Da(Ms-H-No)=Vegetación de desiertos arenosos, matorral subinerme, vegetación halófito, nopalera, Me=Matorral espinoso, Mi=Matorral inerme, Ms=Matorral subinerme, S(Me)=Vegetación secundaria, matorral espinoso; Ind=Cantidad de registros por especie, AR=Abundancia Relativa.



Diversidad de especies en el Sistema Ambiental

El análisis de la fauna silvestre es manejado en diferentes niveles, esto con el fin de obtener información más allá de sólo listados de especies. La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad vegetal o hábitat similar en cuanto a sus condiciones físicas y bióticas (vegetación) y que se considera homogénea, por lo tanto es a nivel "local". Una comunidad es dependiente de los objetivos y escala de trabajo, en este caso se analiza la fauna por comunidades vegetales de acuerdo a la cobertura de uso del suelo y vegetación escala 1:50 000 de INEGI. La diversidad beta es la medida del grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre las comunidades que se encuentran en un área mayor, determina al realizar una comparativa entre las especies compartidas entre las diferentes comunidades vegetales, dentro de este apartado destaca la singularidad de las comunidades identificada por las especies propias de las comunidades, por lo que se consideran las especies únicas (especies sólo reportadas en cierta comunidad de acuerdo a los muestreos en campo). Los análisis de diversidad de especies se realizaron con apoyo del programa estadístico PAST (Versión 3.11) y EstimateS (Versión 9.1.0, R. K. Colwell).

El número total de especies es a lo que referimos la riqueza específica, la cual es la forma más sencilla para medir la biodiversidad. De los diferentes tipos de vegetación analizados, el que presenta un mayor número de especies fue vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme (Da(Mi)) con un total de 69 especies de los 5 grupos diferentes (anfibios, aves, mamíferos, reptiles y roedores), las aves fue el mejor representado con 37 especies seguido de reptiles con 16 especies, mamíferos con nueve especies, roedores con 6 especies y por último, anfibios con tan sólo una especie (**Cuadro 4.38**).

El segundo tipo de vegetación con mayor riqueza específica es Crasi-rosulifolios espinosos, matorral subinerme (CR-Ms) con un total de 37 especies de 4 grupos faunísticos (aves, mamíferos, reptiles y roedores), en el caso de reptiles contabiliza 13 especies, aves 15 especies, mamíferos 8 especies, siendo éste el que presentó el mayor número de géneros, y roedores con tan sólo una especie. El tercer tipo de vegetación con mayor riqueza de especies es Crasi-rosulifolios espinosos, matorral subinerme, nopalera (CR-Ms-No) con



un total de 34 especies, la avifauna reporta 18 especies, seguido de los reptiles con nueve especies, mamíferos con 6 especies y roedores con una especie.

A groso modo, puede observarse en el siguiente cuadro, que son las aves y reptiles los grupos mejor representados en el SA.

Cuadro 4.38. Riqueza de especies por grupo de fauna en el Sistema Ambiental.

GRUPO	CR-Ms-No	Ms	Da(Mi)	Mi	Me	CR-Ms	Da(Ms-H-No)	S(Me)	C.A.	Ara
Roedores	1	1	6	2	4	1			1	
Mamíferos	6	6	9	5	3	8	2	5		3
Anfibios			1							
Reptiles	9	7	16		3	13	2	1	2	7
Aves	18	12	37	11	18	15	6	4	12	10
Total	34	26	69	18	28	37	10	10	15	20

Para la descripción de la dominancia se opta por el Índice de Simpson, el cual se basa en la dominancia tomando en cuenta la representatividad de las especies con base a su frecuencia sin evaluar la contribución del resto de las especies. Este valor manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie (Magurran, 2004; Jost, 2006). Con base en este parámetro, un sistema es más diverso cuanto menos dominancia de especies hay, la escala de valores va de 0 a 1.

Los valores de dominancia en los diferentes tipos de vegetación son medios y bajos para los diferentes grupos, sólo en el caso de roedores, anfibios y particularmente reptiles en vegetación secundaria, matorral espinoso (S(Me)) que resultan valores de 1.000 es debido a que sólo se encontró una especie por lo que representa dominancia absoluta (**Cuadro 4.39**).

En Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme (Da(Mi)), la dominancia es baja para cuatro grupos de fauna (aves, reptiles, mamíferos y roedores) con unos valores por debajo de 0.265. La avifauna, que es el grupo con mayor riqueza, presenta dominancia baja en los diferentes tipos de vegetación, teniendo su valor más alto en Vegetación de desiertos arenosos, matorral subinerme, vegetación halófito, nopalera (Da(Ms-H-No)) con 0.294, mismo valor que es categorizado como dominancia baja. Para el caso de reptiles (exceptuando el valor de 1.000), el Matorral espinoso (Me) con 0.760 muestra una



dominancia alta, debido a que la especie con mayor AR se muestra dominante sobre el resto, lo que conlleva a una estructura de especies desequilibrada. En el caso de mamíferos el valor más alto es de 0.556 en Vegetación de desiertos arenosos, matorral subinerme, vegetación halófito, y nopalera (Da(Ms-H-No)).

Cuadro 4.39. Dominancia de especies por grupo de fauna en el Sistema Ambiental.

GRUPO	CR-Ms-No	Ms	Da(Mi)	Mi	Me	CR-Ms	Da(Ms-H-No)	S(Me)	C.A.	Ara
Roedores	1.000	1.000	0.265	0.625	0.306	1.000			1.000	
Mamíferos	0.280	0.283	0.227	0.250	0.418	0.216	0.556	0.355		0.408
Anfibios			1.000							
Reptiles	0.171	0.541	0.258		0.760	0.182	0.501	1.000	0.520	0.422
Aves	0.194	0.234	0.214	0.160	0.149	0.163	0.294	0.265	0.142	0.195

En general, las especies que marcan la dominancia son la liebre cola negra (*Lepus californicus*), coyote (*Canis latrans*), lagartija de las dunas (*Uma exsul*), huico marmoleado (*Aspidoscelis marmorata*), zacatonero garganta negra (*Amphispiza bilineata*) y el ceniztonte norteño (*Mimus polyglottos*).

Algunos de los índices de mayor reconocimiento sobre diversidad se basan principalmente en el concepto de equidad, se considera para su análisis el Índice de Shannon-Wiener. Este expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecería un individuo escogido al azar de una colección, la escala para la interpretación de sus valores para catalogar la diversidad es: menor a 1.8 nats diversidad baja, de 1.8 a 3 nats diversidad media y mayor de 3 nats diversidad alta. Contrario a la dominancia, por lo general es común observar que en áreas en donde la dominancia es mayor, usualmente la equitatividad es menor y por consecuente la diversidad es baja (**Cuadro 4.40**).

En general, los valores de diversidad que presentan los diferentes tipos de vegetación son bajos, sólo en el caso de las aves, se obtuvieron valores medios de diversidad, así como en dos casos para reptiles que presentan una diversidad media como se muestra en el cuadro posterior. Del análisis general por tipo de vegetación, se puede decir que Vegetación



de desiertos arenosos, matorral inerme (Da(Mi)), Crasi-rosulifolios espinosos, matorral subinerme (CR-Ms) y Crasi-rosulifolios espinosos, matorral subinerme, nopalera (CR-Ms-No), son los que muestran mejor composición faunística, además de estar mejor representados en cuanto a su estructura.

Cuadro 4.40. Diversidad de especies por grupo de fauna en el Sistema Ambiental.

GRUPO	CR-Ms-No	Ms	Da(Mi)	Mi	Me	CR-Ms	Da(Ms-H-No)	S(Me)	C.A.	Ara
Roedores	0.000	0.000	1.552	0.562	1.277	0.000			0.000	
Mamíferos	1.472	1.456	1.679	1.494	0.974	1.786	0.637	1.295		0.984
Anfibios			0.000							
Reptiles	1.881	1.049	1.761		0.485	1.958	0.692	0.000	0.673	1.210
Aves	2.086	1.828	2.398	2.107	2.364	2.182	1.480	1.352	2.161	1.862

Descripción de la fauna silvestre en el Área de Influencia y Área del Proyecto

El AP es representada por tres sitios, éstos en una sólo comunidad que es Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme Da(Mi), mientras que el AI que también comparte esta vegetación en tres sitios, también cuenta con el Crasi-rosulifolios espinosos, matorral subinerme, nopalera CR-Ms-No y es representado por un sitio.

Abundancia relativa en el Área de Influencia y Área del Proyecto

Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme Da(Mi) en el AP presentó un total de 204 registros y 28 especies de cuatro grupos de fauna (roedores, mamíferos, reptiles y aves), dentro del grupo de los roedores el que presentó una AR mayor fue el ardillón mexicano (*Spermophilus mexicanus*) con una AR de 80%, para el grupo de los mamíferos se identificaron 5 especies siendo el coyote (*Canis latrans*) y la liebre de cola negra (*Lepus californicus*) las que muestran mayor AR con valores de 50% y 33.33% respectivamente, los reptiles reportan 5 especies de las cuales las de mayor AR son la lagartija de las dunas (*Uma exsul*) y la lagartija costado manchado (*Uta stansburiana*) con 38.89% y 27.78%, por último, las aves con 16 especies, dentro de las cuales el zacatonero garganta negra (*Amphispiza bilineata*) y el todo cabeza café (*Molothrus ater*) con 34.36% y 16.56%, respectivamente, corresponden a las especies más abundantes (**Cuadro 4.41**).



El AI cuenta con cuatro sitios los cuales tres están dentro de Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme Da(Mi) y uno más en Crasi-rosulifolios espinosos, matorral subinerme, nopalera CR-Ms-No; se identifican 46 especies con un total de 263 registros. Dentro de los roedores únicamente se reporta el ardillón mexicano (*Spermophilus mexicanus*) para Crasi-rosulifolios espinosos, matorral subinerme, nopalera CR-Ms-No, mientras que en Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme Da(Mi) el que presentó una AR mayor fue la rata canguro de merriam (*Dipodomys merriami*) con 75%; para los mamíferos los que presentan una mayor AR son la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) que se encuentra presente en ambos tipos de vegetación pero tiene una AR mayor en la vegetación de Crasi-rosulifolios espinosos, matorral subinerme, nopalera CR-Ms-No con 75% de AR, el conejo del desierto (*Sylvilagus audubonii*) tuvo una AR de 39.29% para Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme Da(Mi); los reptiles con mayor AR son el huico marmoleado (*Aspidoscelis marmorata*) y la lagartija espinosa de Coahuila (*Sceloporus cyanostictus*) con una AR 40% y 30%, respectivamente en la vegetación crasi-rosulifolios espinosos, matorral subinerme, nopalera CR-Ms-No, mientras que en Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme Da(Mi) lo es el huico cola de látigo azul (*Aspidoscelis inornata*) con 21.25% de AR; por último el grupo de las aves son mayormente representadas por el zacatonero garganta negra (*Amphispiza bilineata*) con una AR 42.11% y 30.19% para crasi-rosulifolios espinosos, matorral subinerme, nopalera CR-Ms-No y vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme Da(Mi) de manera respectiva (**Cuadro 4.41**).

Cuadro 4.41. Distribución de abundancia relativa por grupo faunístico por tipo de vegetación en el Área de Influencia y Área del Proyecto.

GRUPO	NOMBRE CIENTÍFICO	AP		AI				TOTAL
		Da(Mi)		CR-Ms-No		Da(Mi)		
		Ind	AR	Ind	AR	Ind	AR	
Roedores	<i>Dipodomys merriami</i>	1	20.00%			3	75.00%	4
	<i>Spermophilus mexicanus</i>	4	80.00%			1	25.00%	5
	<i>Spermophilus variegatus</i>			2	100%			2
Total Roedores		5	100%	2	100%	4	100%	11
Mamíferos	<i>Canis latrans</i>	9	50.00%			6	21.43%	15
	<i>Lepus californicus</i>	6	33.33%			5	17.86%	11
	<i>Lynx rufus</i>	1	5.56%	1	25.00%	4	14.29%	6
	<i>Sylvilagus audubonii</i>	1	5.56%			11	39.29%	12
	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	1	5.56%	3	75.00%	2	7.14%	6



GRUPO	NOMBRE CIENTÍFICO	AP		AI				TOTAL
		Da(Mi)		CR-Ms-No		Da(Mi)		
		Ind	AR	Ind	AR	Ind	AR	
Total Mamíferos		18	100%	4	100%	28	100%	50
Reptiles	<i>Aspidoscelis gularis</i>			3	15.00%			3
	<i>Aspidoscelis inornata</i>					17	21.25%	17
	<i>Aspidoscelis marmorata</i>	4	22.22%	8	40.00%	15	18.75%	27
	<i>Bogertophis subocularis</i>					1	1.25%	1
	<i>Coleonyx brevis</i>					1	1.25%	1
	<i>Crotalus atrox</i>					6	7.50%	6
	<i>Crotalus scutulatus</i>					9	11.25%	9
	<i>Crotaphytus antiquus</i>			1	5.00%			1
	<i>Phrynosoma modestum</i>	1	5.56%			2	2.50%	3
	<i>Sceloporus bimaculosus</i>	1	5.56%			1	1.25%	2
	<i>Sceloporus cyanostictus</i>			6	30.00%			6
<i>Uma exsul</i>	7	38.89%			13	16.25%	20	
<i>Uta stansburiana</i>	5	27.78%	2	10.00%	15	18.75%	22	
Total Reptiles		18	100%	20	100%	80	100%	118
Aves	<i>Amphispiza bilineata</i>	56	34.36%	8	42.11%	32	30.19%	96
	<i>Athene cunicularia</i>					4	3.77%	4
	<i>Auriparus flaviceps</i>					6	5.66%	6
	<i>Buteo jamaicensis</i>	2	1.23%	1	5.26%			3
	<i>Buteo swainsoni</i>	10	6.13%					10
	<i>Callipepla squamata</i>	8	4.91%			4	3.77%	12
	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>					5	4.72%	5
	<i>Cardinalis sinuatus</i>	2	1.23%	2	10.53%	6	5.66%	10
	<i>Cathartes aura</i>	5	3.07%	2	10.53%	3	2.83%	10
	<i>Catherpes mexicanus</i>					2	1.89%	2
	<i>Chordeiles acutipennis</i>	20	12.27%			1	0.94%	21
	<i>Columba livia</i>					11	10.38%	11
	<i>Contopus cooperi</i>	2	1.23%					2
	<i>Lanius ludovicianus</i>	4	2.45%					4
	<i>Mimus polyglottos</i>	3	1.84%			5	4.72%	8
	<i>Molothrus ater</i>	27	16.56%					27
	<i>Myiarchus cinerascens</i>	4	2.45%					4
	<i>Polioptila melanura</i>					7	6.60%	7
	<i>Spizella passerina</i>	6	3.68%					6
<i>Toxostoma curvirostre</i>	4	2.45%			3	2.83%	7	
<i>Tyrannus vociferans</i>	2	1.23%	2	10.53%	4	3.77%	8	
<i>Zenaidura macroura</i>	8	4.91%	4	21.05%	13	12.26%	25	
Total Aves		163	100%	19	100%	106	100%	288
Total general		204		45		218		467



Diversidad de especies en el Área de Influencia y Área del Proyecto

Las aves tuvieron mayor riqueza de especies en los dos tipos de vegetación en los diferentes contextos (**Cuadro 4.42**), se puede señalar al grupo de reptiles como el segundo grupo mejor representado, seguido de mamíferos y por último roedores.

Cuadro 4.42. Riqueza de especies por grupo de fauna en el Área del Proyecto y Área de Influencia.

GRUPO	AP	AI	
	Da(Mi)	CR-Ms-No	Da(Mi)
Roedores	2	1	2
Mamíferos	5	2	5
Reptiles	5	5	10
Aves	16	6	15
Total	28	14	32

De acuerdo a la dominancia de especies, únicamente para Crasi-rosulifolios espinosos, matorral subinerme, nopalera (CR-Ms-No) se observa dominancia absoluta para el caso de roedores en el AI (**Cuadro 4.42**), esto dado que sólo se reportó una especie. En general, las dominancias son bajas para el grupo de las aves y reptiles, mientras que mamíferos y roedores si presentan dominancia media, en el caso de mamíferos con un valor de 0.625 en Crasi-rosulifolios espinosos, matorral subinerme, nopalera (CR-Ms-No).

Cuadro 4.43. Dominancia de especies por grupo de fauna en el Área del Proyecto y Área de Influencia.

GRUPO	AP	AI	
	Da(Mi)	CR-Ms-No	Da(Mi)
Roedores	0.680	1.000	0.625
Mamíferos	0.370	0.625	0.258
Reptiles	0.284	0.285	0.161
Aves	0.174	0.258	0.139

Los valores más altos de diversidad de acuerdo al índice de Shannon-Wiener lo presentan las aves tanto en el AP y AI, siendo su valor más alto el 2.338 en el AI para Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme Da(Mi) mismo valor que es catalogado



como de diversidad media; para el caso de los demás grupos de fauna (reptiles, mamíferos y roedores) sus valores de diversidad son catalogados como de diversidad media.

En conclusión, se puede decir que la Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme Da(Mi) se encuentra mejor representada observando dentro de esta comunidad una mejor composición y estructura de especies (**Cuadro 4.44**).

Cuadro 4.44. Diversidad de especies por grupo de fauna en el Área del Proyecto y Área del Influencia.

GRUPO	AP	AI	
	Da(Mi)	CR-Ms-No	Da(Mi)
Roedores	0.500	0.000	0.562
Mamíferos	1.195	0.562	1.471
Reptiles	1.378	1.392	1.949
Aves	2.180	1.558	2.338

Especies relevantes en los diferentes contextos

Uno de los mayores problemas que presenta la fauna silvestre es la destrucción y fragmentación de su hábitat debido al desarrollo y crecimiento de asentamientos humanos que conllevan al cambio de uso de suelo, como agricultura y ganadería extensiva por mencionar algunos. Otro problema que presenta la fauna es la caza o tráfico de especies como animales exóticos haciendo a la fauna desértica y de selvas altas las más vulnerables debido a sus endemismos o siendo especies raras.

Debido a que México está catalogado como un país mega diverso cuenta con regulaciones normativas (como la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010) que protegen tanto a la flora y la fauna, así como un listado donde se menciona su estatus de conservación o si la especie es endémica de alguna región.

El grupo que predomina tanto en el SA, AP y AI son los reptiles con 13 especies, aves con dos especies y mamíferos con sólo una especie. Particularmente, la lagartija de las dunas (*Uma exsul*), especie que se pudiera señalar como uno de los elementos característicos de esta región de las dunas (ver **Cuadro 4.45**).



Cuadro 4.45. Especies en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto.

GRUPO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	AP	AI	SA
Mamíferos	<i>Taxidea taxus</i>	Tlalcoyote	A			X
Reptiles	<i>Coluber constrictor</i>	Culebra corredora negra	A			X
	<i>Coluber flagellum</i>	Chirrionera roja	A			X
	<i>Cophosaurus texanus</i>	Lagartija sorda mayor	A			X
	<i>Crotalus atrox</i>	Cascabel diamantada	Pr		X	X
	<i>Crotalus lepidus</i>	Cascabel de las rocas	Pr			X
	<i>Crotalus molossus</i>	Cascabel cola negra	Pr			X
	<i>Crotalus scutulatus</i>	Víbora de cascabel de Mohave	Pr		X	
	<i>Crotaphytus collaris</i>	Lagartija de collar del altiplano	A			X
	<i>Gambelia wislizenii</i>	Lagartija leopardo narigona	Pr			X
	<i>Pituophis deppei</i>	Alicante	A(e)			X
	<i>Sceloporus ornatus</i>	Lagartija espinosa adornada	A(e)			X
	<i>Trachemys scripta</i>	Tortuga de orejas rojas	Pr			X
	<i>Uma exsul</i>	Lagartija de las dunas	P(e)	X	X	X
	<i>Uta stansburiana</i>	Lagartija costado manchado	A	X	X	X
	Aves	<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson	Pr	X	
<i>Parabuteo unicinctus</i>		Aguililla de Harris	Pr			X

Nota: NOM-059=Norma Oficial Mexicana 059 SEMARNAT 2010, A=Amenazada, Pr=Sujeta a protección especial, P=Peligro de extinción, (e)=endémica.

Estacionalidad de aves en los diferentes contextos

Dentro del SA se obtuvo un total de 56 especies de aves, de las cuales 5 se encuentran como migratorias en época no reproductiva (MNR), 3 especies como introducidas (I), 6 como migratoria (tránsito o de paso), 32 como residente durante todo el año (R), 10 como residente únicamente en época de reproducción (RR).

Para el AP se obtuvo un total de 16 especies de aves, de las cuales una se encuentra como migratoria (tránsito o de paso), 12 como residente durante todo el año (R), 3 como residente únicamente en época de reproducción (RR). Por último, el AI que obtuvo un total de 21 especies de aves, de las cuales una especie es introducida (I), 18 como residente durante todo el año (R) y 2 como residentes únicamente en época de reproducción (RR), Ver **Cuadro 4.46.** Esta clasificación está basada en la distribución de aves de CONABIO 2015.



Cuadro 4.46. Estacionalidad de las aves dentro del Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CONTEXTO	I	MNR	MT	R	RR
<i>Actitis macularius</i>	Playero alzacolita	SA		X			
<i>Amphispiza bilineata</i>	Zacatonero garganta negra	AP				X	
		AI				X	
		SA				X	
<i>Archilochus alexandri</i>	Colibrí barba negra	SA			X		
<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí gigante rubí	SA			X		
<i>Athene cunicularia</i>	Tecolote llanero	AI				X	
		SA				X	
<i>Auriparus flaviceps</i>	Baloncillo	AI				X	
		SA				X	
<i>Bubo virginianus</i>	Búho cornudo	SA				X	
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	SA		X			
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	AP				X	
		AI				X	
		SA				X	
<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson	AP				X	
		SA				X	
<i>Callipepla squamata</i>	Codorniz escamosa	AP				X	
		AI				X	
		SA				X	
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca del desierto	AI				X	
		SA				X	
<i>Cardinalis sinuatus</i>	Cardenal pardo	AP				X	
		AI				X	
		SA				X	
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	AP				X	
		AI				X	
		SA				X	
<i>Catherpes mexicanus</i>	Chivirín barranqueño	AI				X	
<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildío	SA				X	
<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras menor	AP					X
		AI					X
		SA					X
<i>Colinus virginianus</i>	Codorniz cotuí	SA				X	
<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica	AI	X				
<i>Contopus cooperi</i>	Pibi colicorto	AP			X		
<i>Contopus sordidulus</i>	Pibi occidental	SA			X		
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	SA				X	
<i>Corvus corax</i>	Cuervo	SA				X	
<i>Empidonax traillii</i>	Mosquero saucero	SA			X		
<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	SA				X	

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CONTEXTO	I	MNR	MT	R	RR
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	SA					X
<i>Icterus parisorum</i>	Bolsero tunero	SA					X
<i>Icterus spurius</i>	Bolsero castaño	SA					X
<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudón verdugo	AP				X	
		SA				X	
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	SA				X	
<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle norteño	AP				X	
		AI				X	
		SA				X	
<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	SA					X
<i>Molothrus ater</i>	Tordo cabeza café	AP				X	
		SA				X	
<i>Myiarchus cinerascens</i>	Copetón cenizo	AP					X
		SA					X
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguillilla de Harris	SA				X	
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión casero	SA	X				
<i>Passerina caerulea</i>	Picogordo azul	SA					X
<i>Phainopepla nitens</i>	Capulinerero negro	SA					X
<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita gris	SA				X	
<i>Polioptila melanura</i>	Perlita del desierto	AI				X	
		SA				X	
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	SA				X	
<i>Salpinctes obsoletus</i>	Chivirín saltarroca	SA				X	
<i>Sayornis phoebe</i>	Papamoscas fibi	SA		X			
<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero dominico	SA				X	
<i>Spizella passerina</i>	Gorrión ceja blanca	AP				X	
		SA				X	
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina ala aserrada	SA			X		
<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma de collar	SA	X				
<i>Streptopelia risoria</i>	Paloma doméstica	SA	X				
<i>Thryomanes bewickii</i>	Chivirín cola oscura	SA				X	
<i>Toxostoma crissale</i>	Cuitlacoche crisal	SA				X	
<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche de pico curvo	AP				X	
		AI				X	
		SA				X	
<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano pálido	SA			X		
<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano gritón	AP					X
		AI					X
		SA					X
<i>Tyto alba</i>	Lechuza de campanario	SA				X	
<i>Vermivora celata</i>	Chipe corona naranja	SA		X			
<i>Vireo bellii</i>	Vireo de Bell	SA					X
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	SA				X	
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	AP				X	



NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CONTEXTO	I	MNR	MT	R	RR
		AI				X	
		SA				X	
<i>Zonotrichia leucophrys</i>	Gorrión de cola blanca	SA		X			

Reportes únicos por tipo de vegetación

El grado de similitud está basada en las especies compartidas en al menos dos comunidades vegetales, sin embargo, para fines de conservación es importante destacar la singularidad y exclusividad de especies para las comunidades vegetales, por lo que en el **Cuadro 4.47**, se enlistan las diferentes especies con reportes únicos por tipo de vegetación; lo anterior considerando únicamente los datos de campo, por lo que no se asegura que estas especies no se encuentren en los demás tipos de vegetación.

Vegetación de desiertos arenosos, matorral inerme (Da(Mi)) presenta el mayor número de reportes únicos de especies, sin embargo, a pesar de haber obtenido de igual manera la mayor riqueza, el porcentaje de exclusividad más alto es reportado para cuerpos de agua (C.A.) con 33.33%, lo cual es de esperarse, puesto que para la región la presencia de cuerpos de agua es limitada, los pocos que hay representan un punto de confluencia de fauna silvestre de afinidad acuática y/o semiacuática que difícilmente puede observarse fuera de estas áreas.

Cuadro 4.47. Especies únicas por tipo de vegetación en el área de estudio.

GRUPO	NOMBRE CIENTÍFICO	Ara	C.A.	CR-Ms	CR-Ms-No	Da(Mi)	Me	Ms
Roedores	<i>Cratogeomys castanops</i>					X		
	<i>Dipodomys ordii</i>					X		
	<i>Neotoma mexicana</i>						X	
Mamíferos	<i>Pecari tajacu</i>					X		
	<i>Taxidea taxus</i>					X		
Anfibios	<i>Anaxyrus speciosus</i>					X		
Reptiles	<i>Aspidoscelis gularis</i>				X			
	<i>Bogertophis subocularis</i>					X		
	<i>Coleonyx brevis</i>					X		
	<i>Coluber constrictor</i>			X				
	<i>Coluber flagellum</i>				X			
	<i>Crotalus lepidus</i>			X				
	<i>Crotalus molossus</i>						X	
<i>Crotalus scutulatus</i>						X		



GRUPO	NOMBRE CIENTÍFICO	Ara	C.A.	CR-Ms	CR-Ms-No	Da(Mi)	Me	Ms
	<i>Crotaphytus collaris</i>			X				
	<i>Pantherophis emoryi</i>					X		
	<i>Pituophis catenifer</i>					X		
	<i>Pituophis deppei</i>	X						
	<i>Rhinocheilus lecontei</i>					X		
	<i>Sceloporus bimaculosus</i>					X		
	<i>Sceloporus ornatus</i>			X				
	<i>Sonora semianulata</i>							X
	<i>Trachemys scripta</i>		X					
Aves	<i>Actitis macularius</i>		X					
	<i>Athene cunicularia</i>					X		
	<i>Bubulcus ibis</i>	X						
	<i>Buteo swainsoni</i>					X		
	<i>Catherpes mexicanus</i>					X		
	<i>Charadrius vociferus</i>		X					
	<i>Colinus virginianus</i>			X				
	<i>Columba livia</i>					X		
	<i>Contopus cooperi</i>					X		
	<i>Contopus sordidulus</i>					X		
	<i>Empidonax traillii</i>							X
	<i>Icterus parisorum</i>					X		
	<i>Icterus spurius</i>			X				
	<i>Molothrus aeneus</i>			X				
	<i>Passer domesticus</i>					X		
	<i>Phainopepla nitens</i>						X	
	<i>Salpinctes obsoletus</i>				X			
	<i>Spinus psaltria</i>		X					
	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>		X					
	<i>Streptopelia risoria</i>						X	
	<i>Thryomanes bewickii</i>					X		
	<i>Toxostoma crissale</i>						X	
	<i>Tyrannus verticalis</i>						X	
	<i>Tyto alba</i>							X
	<i>Vermivora celata</i>							X
<i>Vireo bellii</i>						X		
<i>Zonotrichia leucophrys</i>						X		
Especies únicas		2	5	8	3	26	2	4
Total de especies		20	15	37	35	75	28	26
% de especies únicas por USV		10.00%	33.33%	21.62%	8.57%	34.67%	7.14%	15.38%

Importancia biológica

El AP se encuentra fuera de figuras de protección como áreas naturales protegidas de competencia federal, estatal y/o municipal, así como fuera de regiones terrestres prioritarias, regiones hidrológico prioritarias, sitios RAMSAR y/o áreas de importancia para la conservación de aves de acuerdo a la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO) y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

Por otra parte y no menos importante, dentro de la superficie que comprende la comarca lagunera en el estado de Coahuila, se ubica un hábitat especialmente sensible a la perturbación y que requiere atención especial en su conservación y protección: la zona de dunas, debido a que en ella se encuentran especies de gran importancia biológica. Cercano al AP se encuentran las dos áreas destinadas a la preservación de los ecosistemas y su biodiversidad de iniciativa voluntaria para los ejidos "Tomas Garrido" y "Villa de Bilbao", ambos en el municipio de Viesca, Coahuila.

El área de protección voluntaria conocida como Tomas Garrido, cuenta con una superficie de conservación de los recursos naturales de 16,206.16 ha, misma que cuenta con una vegetación compuesta por una diversidad de matorrales y pastizales, así como de una gran riqueza de cactáceas y de reptiles, sus condiciones ambientales son muy buenas debido a que existe poca presión sobre los recursos naturales que en ella se encuentran así como su difícil acceso (Periódico Oficial, 2014a).

El área de protección voluntaria ubicada dentro del ejido de Villas de Bilbao cuenta con una superficie de 21,000.94 ha. El tipo de vegetación está compuesta por una diversidad de matorrales. Dentro de esta área se encuentran las Dunas de Viesca, que es uno de los sistemas de dunas más importantes dentro del Desierto chihuahuense. Las dunas forman parte de la cuenca baja del río Aguanaval y el Nazas. Dentro de esta área destaca la presencia de la especie endémica lagartija de las dunas (*Uma exsul*), (Periódico Oficial, 2014b).



Estas dos zonas son consideradas por la CONABIO como sitios con un vacío y omisiones de conservación. Por ello, es importante atender y desarrollar los mecanismos necesarios que permitan preservar el capital natural que albergan estas áreas.

Con respecto a lo anterior y que la distribución es muy puntual y restringida únicamente para el extremo sudoeste de Coahuila para la lagartija de las dunas (*Uma exsul*), siendo considerada por lo tanto, una especie microendémica dado que se encuentra confinada a esta área, encontrando sólo para esta región las condiciones óptimas para vivir; esta especie ha desarrollado estrategias adaptativas muy peculiares que le permiten subsistir en esta área de extremas condiciones.

Se reporta que la lagartija de las dunas (*Uma exsul*) se encuentra en gran riesgo, en tanto que de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 esta especie se encontraba únicamente en categoría de sujeta a protección especial, mientras que para esta misma norma vigente (2010), su categoría es en peligro de extinción, lo cual nos indica que sus condiciones van en declive. Las principales causas que continúan afectando a esta especie son el crecimiento paulatino de las actividades agrícolas, mancha urbana y carreteras, que tiene como consecuencia la fragmentación de su hábitat, así como las condiciones climáticas que han generado prolongadas sequías, lo cual origina la disminución del número de individuos (Gadsen et al., 2000, Ballesteros et al., 2007), esto genera en su población un alto índice de endogamia. Ligado a lo anterior, la escasa vegetación y poca cobertura vegetal que se presenta en la zona determinan que esta especie sea muy sensible a las alteraciones que puedan ocurrir en su ecosistema. De igual manera, la extracción de la planta gobernadora (*Larrea tridentata*, único microhábitat de *Uma exsul*), así como la tala intensiva de mezquite, la remoción de arena para construcción y el ecoturismo mal dirigido, las carreras de autos todo terreno son causas del abatimiento de individuos en la población (Gadsden et. al., 2001). De lo anterior, de acuerdo a Ballesteros-Barrera y colaboradores en el 2007 señalan que la mayor superficie habitable para esta especie es el centro de la Comarca Lagunera, estimando que para el 2050 sólo entre el 24.5 y 29.4% del actual rango de distribución continuará habitado por esta especie.



Es importante mencionar, que la problemática ambiental derivado de la apertura de nuevos terrenos destinados a diferentes obras y actividades, justifican en la mayoría de sus casos la extensión que representan sus obras y actividades con respecto a una dimensión regional, sin embargo, minimizan que cada cambio de uso de suelo se suma a la pérdida paulatina del hábitat de la fauna silvestre en general, no actuando hacia un problema regional del que forman parte diversos autores, lo cual es un reto. Claro ejemplo de que la pérdida de hábitat en la región ha conllevado a la extinción de especies es la tortuga de fango de Viesca (*Kinosternon hirtipes megacephalum*), declarada oficialmente extinta de la cuenca endorreica de Viesca en el 2010, la cual no se ha encontrado desde 1961 (Reyes-Velasco et. al., 2012).

Dada la importancia biológica que representa el predio y las características del Proyecto, si se identifica un impacto significativo en la fauna (particularmente para la especie *Uma exsul*) la cual será afectada dada la naturaleza de su comportamiento. De lo anterior, se proponen en el Capítulo VI las medidas necesarias, que a excepción del rescate de especies, si bien en el mediano y largo plazo no actúan para el predio, si compensarán con gran significancia el impacto en las inmediaciones del AP para la conservación de esta especie, que como ya se ha analizado, su conservación ha sido de poca relevancia tanto de manera local, como regional.

Estado actual de la fauna silvestre en el Área del Proyecto

En general, en el AP se observó óptima actividad de fauna, esto es debido a las condiciones naturales del área que se encuentra en buen estado de conservación, ya que la cubierta vegetal que se observa en el área a pesar de no ser tan exuberante como en otros ecosistemas, permite sostener un sin número de especies de diferentes grupos faunísticos, aún y cuando en pequeñas secciones se observó actividad antropogénica como la extracción de madera de mezquite. Otra condición que permite que el área se mantenga en buen estado es la dificultad de su acceso (arena), en particular para el grupo de mamíferos se observa alta abundancia de especies que se lograron identificar por medio de rastros (huellas y excretas). Asimismo, en la zona se pueden observar un gran número de



madrigueras activas y rastros las cuales presumiblemente pertenecen a especies del género *Neotoma*, *Spermophilus* y *Dipodomys*.

Se observó una cantidad considerable de lagomorfos (liebre cola negra y conejo del desierto) en toda el área, la presencia de estas especies es un atrayente para carnívoros medianos, lo cual se ve reflejado al encontrarse bien representados, de igual manera especies de reptiles se hicieron presente de manera frecuente, siendo este grupo junto con roedores, la principal fuente de alimento de aves rapaces que si bien no muestran alta riqueza, su abundancia es representativa para el predio del Proyecto. Las demás aves que se observaron son en su mayoría residentes durante todo el año, por tal motivo se observaron nidos con huevos y polluelos, construidos en ramas de mezquites, gobernadoras y sobre nopal cegador; a pesar de que es el grupo más abundante con respecto a los demás en éste se observa una diversidad media de especies, siendo la especie que se observó más constantemente el zacatonero garganta negra (*Amphispiza bilineata*).

En conjunto, todas las características que presentan los médanos permiten que en su extensión habiten diversidad de especies de reptiles las cuales se han adaptado a sus condiciones tan extremas. Dentro del AP, fueron el segundo grupo más abundante, sin embargo, la gran importancia que representa este grupo, se ve reflejada en la presencia y el predominio en el área de la lagartija de las dunas (*Uma exsul*), especie endémica y en peligro de extinción, encontrando las condiciones idóneas para mantener su dinámica poblacional en esta zona de apariencia inhóspita, obteniendo áreas de refugio, asoleo, alimentación, lo cual le permite seguir reproduciéndose.



IV.2.1.3 Medio socioeconómico

El contexto socioeconómico representa un factor importante a considerar por las condiciones sociales e históricas que evolucionaron en la región y en torno a ella, las cuales han configurado un conjunto heterogéneo de asentamientos semi-urbanos y rurales que se complementan y en donde se mantienen relaciones económicas, sociales y políticas. El SAR del Proyecto se encuentra ubicado en los municipios de San Pedro; Matamoros y Viesca dentro del estado de Coahuila.

a) Metodología

Los datos aquí expuestos son de carácter numérico, la base de datos original y fuente principal es el INEGI, tomando los Censos y Conteos de Población y Vivienda del 2010 y 2015 como los principales, en el caso de algunos indicadores se necesitó algún censo más antiguo o de diferente fecha. La información es presentada a nivel municipal debido a la pertinencia de los indicadores donde se pueden destacar elementos que en otras bases de datos no están presentes, como por ejemplo, las edades quinquenales para las pirámides poblacionales.

La arquitectura de los datos es expresada en Cuadros, éstos muestran preferentemente un análisis diacrónico o en dos tiempos, con prioridad a los datos más actuales publicados (2000 y 2010), en algunos casos los datos se expresan en diferentes periodos como por ejemplo en 1995 y 2005, dependiendo de la accesibilidad de los datos publicados por el INEGI, institución que sirve de fuente principal para el cotejo de los mismos.

b) Localización

El municipio de **San Pedro** se localiza en el suroeste del estado de Coahuila, en las coordenadas 102°58 '58" longitud oeste y 25°45 '32" latitud norte, a una altura de 1,090 m.s.n.m. Limita al norte con el municipio de Cuatrociénegas; al noroeste con el de Sierra



Mojada; al sur con los de Viesca, Parras y Matamoros, al este con los de Parras y Cuatrociénegas y al oeste con los de Francisco I. Madero y Matamoros. Se localiza a una distancia aproximada de 230 km de la capital del estado.

El municipio de **Viesca** se localiza en el suroeste del estado de Coahuila, en las coordenadas 102°48 '16" longitud oeste y 25°20 '28" latitud norte, a una altura de 1,100 m.s.n.m. Limita al norte con los municipios de Matamoros y San Pedro; al sur con el estado de Zacatecas, al este con el municipio de Parras y al oeste con el municipio de Torreón. Se localiza a una distancia aproximada de 238 km de la capital del estado y cuenta con una superficie de 4,409.96 km², que representan el 2.90% del total de la superficie del estado.

El municipio de **Matamoros** se localiza en el suroeste del estado de Coahuila, en las coordenadas 103°13 '42" longitud oeste y 25° 31 '41" latitud norte, a una altura de 1,100 m.s.n.m. Limita al norte con el municipio de Francisco I. Madero; al sur con el de Viesca, al este con los de San Pedro y Viesca y al oeste con el municipio de Torreón. Cuenta con una superficie de 806.17 km², que representan el 0.53% del total de la superficie del estado y se localiza a una distancia aproximada de 248 km de la capital del estado.

c) Uso de los recursos (actividades productivas)

Una de las relaciones más significativas entre el hombre y el territorio en el que habita se efectúa a través de las diferentes actividades económicas. Éstas son el conjunto de acciones que los hombres llevan a cabo con el propósito de producir bienes y servicios que permitan satisfacer sus necesidades. En este apartado se utilizaron los datos del 2010 y 2015 debido a la pertinencia de presentar los datos más actuales publicados por INEGI.

Agricultura

El territorio nacional sufrió en 2009 los efectos del fenómeno "El Niño" con la mayor sequía registrada en décadas, no obstante, el comportamiento del sector agroalimentario no fue afectado. El año 2010 representó, por su parte, una situación contraria: las copiosas



lluvias registradas en el país fueron las mayores en setenta años, lo cual permitió restablecer los mantos acuíferos y cuerpos de agua, así como los niveles de las presas.

En el contexto nacional, Coahuila de Zaragoza destaca en la producción de algodón hueso, cultivo en el que tiene una participación de 29.6% del total nacional; de manzana, con 16.8% de la participación nacional; de nuez y de alfalfa verde, con 14.7 y 7.3% del total nacional.

Los municipios más importantes del estado en cuanto a producción agrícola son Matamoros, Parras, San Pedro y Arteaga, en la producción de alfalfa verde, nuez, algodón en hueso y manzana, respectivamente.

En el municipio de **San Pedro** se cultivan el sorgo forrajero verde, algodón hueso, maíz forrajero, melón, tomate rojo, avena forrajera, chile verde, sandía, nuez y uva (ver **Cuadro 4.48**).

En el municipio de **Viesca** se cultivan el tomate rojo, melón, sorgo forrajero verde, maíz forrajero, avena forrajera y alfalfa verde.

En el municipio de **Matamoros** se cultivan el algodón hueso, tomate rojo, melón, sorgo forrajero verde, maíz forrajero, avena forrajera y alfalfa verde.

Cuadro 4.48. Producto cosechado, volumen y valor de la producción del año agrícola 2014.

AÑO	MUNICIPIO, ESTADO	PRODUCTO	VOLUMEN (TONELADAS)			VALOR (MILES DE PESOS)		
			TOTAL	RIEGO	TEMPORAL	TOTAL	RIEGO	TEMPORAL
2014	San Pedro, Coah.	Sorgo forrajero verde	97,824	97,824	0	53,803	53,803	0
		Algodón hueso	63,661	63,661	0	579,311	579,311	0
		Maíz forrajero	126,989	126,989	0	82,543	82,543	0
		Melón	10,822	10,822	0	32,466	32,466	0
		Tomate rojo	5,560	5,560	0	35,900	35,900	0
		Avena forrajera	31,177	31,177	0	10,912	10,912	0



AÑO	MUNICIPIO, ESTADO	PRODUCTO	VOLUMEN (TONELADAS)			VALOR (MILES DE PESOS)		
			TOTAL	RIEGO	TEMPORAL	TOTAL	RIEGO	TEMPORAL
		Chile verde	2,035	2,035	0	2,035	2,035	0
		Sandía	3,510	3,510	0	6,318	6,318	0
		Nuez	3,182	3,182	0	111,381	111,381	0
		Uva	529	529	0	5,290	5,290	0
2014	Viesca, Coah.	Tomate rojo	20,080	20,080	0	160,640	160,640	0
		Melón	43,811	43,811	0	126,209	126,209	0
		Sorgo forrajero verde	56,001	56,001	0	17,420	17,420	0
		Maíz forrajero	71,466	71,466	0	31,505	31,505	0
		Avena forrajera	43,208	42,029	1,179	15,863	15,520	343
		Alfalfa verde	125,560	125,560	0	62,686	62,868	0
2014	Matamoros, Coah.	Algodón hueso	5,134	5,134	0	46,185	46,185	0
		Tomate rojo	28,249	28,249	0	165,405	165,405	0
		Melón	48,400	48,400	0	271,815	271,815	0
		Sorgo forrajero verde	288,960	288,960	0	124,940	124,940	0
		Maíz forrajero	214,623	214,623	0	115,479	115,479	0
		Avena forrajera	138,663	138,663	0	54,132	54,132	0
		Alfalfa verde	387 186	387 186	0	251 671	251 671	0

Fuente: INEGI 2016, Anuario Estadístico del Estado de Coahuila. Agricultura, avances de siembras y cosechas por cultivo; 2015.

Ganadería

El estado de Coahuila ocupa el primer lugar nacional de producción en volumen de carne en canal de caprino, con 5,306 toneladas producidas, y segundo lugar nacional en cuanto a valor de la misma, con 174 millones 529 mil pesos. Estos números cooperan para



que el estado se ubique en el sexto lugar nacional en cuanto a valor de producción pecuaria, con 4.7% de la participación nacional del subsector.

Coahuila de Zaragoza es una entidad ganadera: 70% del valor que generó su sector agropecuario provino de dicha actividad, especialmente de la producción de leche, que fue el principal producto del estado en 2009, seguido de la carne en canal de ave y de bovino.

En el municipio de **San Pedro, Viesca y Matamoros** destaca mayoritariamente la producción avícola, también destacan la producción bovina, caprina, porcina y ovina (ver **Cuadro 4.49**).

Cuadro 4.49. Población Ganadera y Avícola (cabezas) del año 2014.

AÑO	MUNICIPIO Y ESTADO	BOVINO	PORCINO	OVINO	CAPRINO	AVES
2014	San Pedro, Coahuila.	6,052	719	20	2,611	15
	Viesca, Coahuila.	12,783	52,973	265	11,824	13,769,439
	Matamoros, Coahuila.	54,692	13,732	717	12,682	13,384,750

Fuente: INEGI 2015. Anuario Estadístico. SIAP producción anual, resumen municipal pecuario, San Pedro, Viesca y Matamoros, Coahuila 2014.

Comercio y servicios

DICONSA está trabajando en la conversión gradual de las tiendas a "Unidades de Servicio a la Comunidad", la cual consiste en incorporar en la tienda al menos tres servicios adicionales al abasto además de la comercialización de productos básicos y complementarios. En los municipios de San Pedro, Viesca y Matamoros se detectaron actividades económicas en Tiendas DICONSA, Rastros y centros de acopio, de granos y de oleaginosas (ver **Cuadro 4.50**).

Cuadro 4.50. Tiendas DICONSA, rastros y centros de acopio.

AÑO	MUNICIPIO Y ESTADO	TIENDAS DICONSA	RASTRO	CENTROS DE ACOPIO, DE GRANOS Y DE OLEAGINOSAS
2014	San Pedro, Coahuila.	75	2	1
	Viesca, Coahuila.	31	0	1
	Matamoros, Coahuila.	5	1	0



Fuente: INEGI Anuario estadístico del estado de Coahuila 2015.

d) Demografía

La forma en la que se distribuye la población en el país está estrechamente vinculada con factores de carácter económico, social, político, histórico, ambiental y cultural, de estos destacan el crecimiento económico, la disponibilidad y uso de recursos, y la oferta de infraestructura y servicios, los cuales a su vez, determinan las condiciones de vida de su población y sus niveles de bienestar.

La distribución de la población en la superficie terrestre es muy desigual de unos puntos a otros. Actualmente, el patrón de asentamientos humanos del país se caracteriza por una fuerte concentración de la población en unos cuantos centros urbanos y una acentuada dispersión en numerosas y pequeñas localidades en todo el territorio. Esto significa que una cuarta parte de la población se asienta en las localidades, siendo éstas de carácter rural y generalmente asociada a condiciones de pobreza, marginación y rezago demográfico. Tanto la concentración urbana como la dispersión rural plantean retos para el desarrollo del país, ya que este último fenómeno muestra una tendencia persistente, por lo que su crecimiento es fundamental para la formulación de programas de desarrollo regional y reordenamiento territorial de la población.

Tras el análisis poblacional de los municipios de **San Pedro, Viesca y Matamoros**, llama la atención observar que el municipio de San Pedro triplica a la población de Viesca y Matamoros durante los tres diferentes periodos censados. Ver **Cuadro 4.51**.



Cuadro 4.51. Población Total y por Género.

MUNICIPIO Y ESTADO	1990			2000			2010		
	POB. TOTAL	MASCULINO	FEMENINO	POB. TOTAL	MASCULINO	FEMENINO	POB. TOTAL	MASCULINO	FEMENINO
San Pedro, Coahuila.	99,165	50,061	49,104	88,343	43,928	44,415	102,650	51,393	51,257
Viesca, Coahuila.	21,238	10,747	10,491	18,969	9,509	9,460	21,319	10,762	10,557
Matamoros, Coahuila.	86,398	43,312	43,086	92,029	45,817	46,212	107,160	53,353	53,807

Fuente: INEGI, Coahuila, Censo de Población y Vivienda 1990, Censo de Población y Vivienda 2000, Censo de Población y Vivienda 2010.

Migración

La migración es el desplazamiento de la población que se produce desde un lugar de origen a otro y lleva consigo un cambio de la residencia habitual. Siendo muy común en localidades donde se tienen pocas alternativas de desarrollo, al inicio son consideradas de manera temporal, para mejorar el nivel y calidad de vida; sin embargo, la estadía de las personas suele prolongarse por mucho más tiempo. INEGI considera únicamente como población migrante a la población de cinco años y más. En el **Cuadro 4.52** se puede observar que los números de migrantes a otras entidades aumentó considerablemente para el periodo del año 2010.

Cuadro 4.52. Migración.

MUNICIPIO /ESTADO	2000		2010		
	RESIDENTES EN LA ENTIDAD	RESIDENTES EN OTRA ENTIDAD	RESIDENTES EN LA ENTIDAD	RESIDENTES EN OTRA ENTIDAD	
Coah.	San Pedro,	72,213	4,930	95,718	6,352
	Viesca	14,989	1,477	18,651	2,535
	Matamoros	73,186	6,700	97,802	8,434

Fuente: Censo de Población y Vivienda, 2000, 2010, INEGI.



● Índice de marginación

El grado de marginación es una medida resumen que permite diferenciar las localidades del país según el impacto global de las privaciones que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas y la carencia de bienes. El Consejo Nacional de Población (CONAPO), es el encargado de realizar este indicador. Los municipios dentro del SA, mantienen un grado de marginación Bajo-Medio (ver Cuadro 4.53).

Cuadro 4.53. Índice y Grado de Marginación 2010.

MUNICIPIO Y ESTADO	ÍNDICE DE MARGINACIÓN	GRADO DE MARGINACIÓN	ÍNDICE DE MARGINACIÓN DE 0 A 100	LUGAR A NIVEL ESTATAL	LUGAR A NIVEL NACIONAL	
Coah.	San Pedro	-0.90180	Bajo	17.48	11	1,952
	Viesca	-0.52520	Medio	21.74	3	1,631
	Matamoros	-1.20770	Bajo	14.03	21	2,174

Fuente: Estimaciones del CONAPO con base en el Censo General de Población y Vivienda 2010.

● Índice de Desarrollo Humano

El Índice de Desarrollo Humano (IDH) es un indicador elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y está compuesto por tres parámetros: vida larga y saludable, educación y nivel de vida digno.

Un desarrollo humano inequitativo y contrastante se refleja, entre otros aspectos, en comportamientos demográficos muy diferentes. Diversos estudios revelan que factores demográficos tales como el crecimiento natural de la población, los niveles de fecundidad y la razón de dependencia demográfica guardan estrecha correspondencia con el grado de desarrollo humano (GDH) alcanzado. El mismo hecho de contemplar el GDH entre las poblaciones rurales y las poblaciones urbanas crea una gran brecha entre las condiciones en las que viven.

Cabe mencionar que los últimos registros de IDH para los municipios dentro del SA corresponden al periodo del 2005 y se presenta en grado Alto con índices por encima del 0.70, en este caso congruente con el GDM (ver Cuadro 4.54).



Cuadro 4.54. Índice de Desarrollo Humano 2005.

MUNICIPIO Y ESTADO		ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO	GRADO DE DESARROLLO HUMANO	POSICIÓN A NIVEL NACIONAL
Coah.	San Pedro	0.78	Medio	822
	Viesca	0.74	Medio	1,450
	Matamoros	0.80	Medio	618

Fuente: Estimaciones del CONAPO con base en el XII Censo General de Población y Vivienda 2005.

e) Aspectos Económicos

Población económicamente activa

Las estadísticas sobre la fuerza de trabajo y su composición constituyen la base más sólida en el que se pueden apoyar los análisis sobre la estructura económica y su evolución. La Población Económicamente Activa (PEA) es uno de los indicadores más importantes que denotan crecimiento y desarrollo humano, desde el punto de vista económico en una población. Este indicador está compuesto por la población que tiene trabajo y la población que busca trabajo. En el **Cuadro 4.55**, se observa la PEA y la No Activa en sus respectivos totales en relación a la población total de 12 años y más. Obsérvese que en ambos periodos se detectan mayores cifras para personas desocupadas, ello se atribuye debido a que los datos incluyen estudiantes, amas de casa, personas mayores de edad, entre otras variables significativas para el incremento de la cifra. Asimismo, debe constarse que la mayoría de los habitantes en situación económicamente activa pertenecen al género masculino en los tres estados estudiados.



Cuadro 4.55. Población Económicamente Activa.

MUNICIPIO/ ESTADO	2000		2010		
	PEA	POBLACIÓN NO ECONÓMICAMENTE ACTIVA	PEA	POBLACIÓN NO ECONÓMICAMENTE ACTIVA	
Coah.	San Pedro	26,160	36,853	36,150	3,927
	Viesca	5,513	7,864	6,989	8,605
	Matamoros	31,904	33,196	39,240	40,279

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2000 y 2010.

Viviendas y servicios en la vivienda

La vivienda es un indicador del crecimiento o decremento de la población, así como el número de habitantes que se alojan en cada una de ellas. Véase el **Cuadro 4.56**. El promedio de ocupantes en las viviendas se mantuvo estable pese al incremento considerable durante ambos periodos censados, durante el 2000 fue de 2.1 y en el 2010 se mantuvo en 4.2.

Cuadro 4.56. Total de viviendas habitadas y promedio de ocupantes por vivienda.

ESTADO Y MUNICIPIO	2000		2010		
	VIVIENDAS PARTICULAR ES HABITADAS	PROMEDIO DE OCUPANTES POR VIVIENDA	VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS	PROMEDIO DE OCUPANTES POR VIVIENDA	
Coah.	San Pedro	20,147	2.1	25,313	4.1
	Viesca	4,215	2.1	5,269	4.1
	Matamoros	20,088	2.1	26,128	4.1

Fuente: Censo de Población y Vivienda, 2000, 2010, INEGI.

En los **Cuadro 4.57 a 4.59**, se presenta un análisis detallado donde se contrastan los diferentes tipos de vivienda para los municipios de interés y sus porcentajes correspondientes para el año 2010, notando en ellos que en el área de interés más del 95% de las viviendas habitadas correspondían a casas particulares.



Cuadro 4.57. Total de viviendas habitadas y promedio de ocupantes por vivienda para el municipio de San Pedro, en el estado de Coahuila para el periodo del año 2010.

TIPOS DE VIVIENDA	NÚMERO DE VIVIENDAS HABITADAS	%
Total de viviendas habitadas	25,319	100.00
Vivienda particular	25,313	99.98
Casa	25,175	99.43
Departamento en edificio	11	0.04
Vivienda o cuarto en vecindad	18	0.07
Vivienda o cuarto en azotea	4	0.02
Local no construido para habitación	0	0
Vivienda móvil	7	0.03
Refugio	0	0
No especificado	98	0.39
Vivienda colectiva	6	0.02

Fuente: Instituto para el Federalismo y Desarrollo social 2015. SNIM. Sistema Nacional de Información Municipal.

Cuadro 4.58. Total de viviendas habitadas y promedio de ocupantes por vivienda para el municipio de Viesca en el estado de Coahuila para el periodo del año 2010.

TIPOS DE VIVIENDA	NÚMERO DE VIVIENDAS HABITADAS	%
Total de viviendas habitadas(1)	5,269	100
Vivienda particular	5,269	100
Casa	5,238	99.41
Departamento en edificio	0	0
Vivienda o cuarto en vecindad	1	0.02
Vivienda o cuarto en azotea	4	0.08
Local no construido para habitación	2	0.04
Vivienda móvil	0	0
Refugio	0	0
No especificado	24	0.46
Vivienda colectiva	0	0

Fuente: Instituto para el Federalismo y Desarrollo social 2015. SNIM. sistema Nacional de Información Municipal.



Cuadro 4.59. Total de viviendas habitadas y promedio de ocupantes por vivienda para el municipio de Matamoros en el estado de Coahuila para el periodo del año 2010.

TIPOS DE VIVIENDA	NÚMERO DE VIVIENDAS HABITADAS	%
Total de viviendas habitadas(1)	5,269	100
Vivienda particular	5,269	100
Casa	5,238	99.41
Departamento en edificio	0	0
Vivienda o cuarto en vecindad	1	0.02
Vivienda o cuarto en azotea	4	0.08
Local no construido para habitación	2	0.04
Vivienda móvil	0	0
Refugio	0	0
No especificado	24	0.46
Vivienda colectiva	0	0

Fuente: Instituto para el Federalismo y Desarrollo social 2015. SNIM. Sistema Nacional de Información Municipal.

Servicios a la vivienda

En el año 2000, el servicio relativamente más escaso era el drenaje, luego le seguía el agua entubada y finalmente la energía eléctrica. En el 2010, las condiciones cambiaron siendo el agua entubada el servicio relativamente más escaso, luego el drenaje y finalmente la electricidad (ver **Cuadro 4.60**).

Cuadro 4.60. Servicios a la vivienda.

MUNICIPIO Y ESTADO	2000			2010			
	AGUA	DRENAJE	ELECTRICIDAD	AGUA	DRENAJE	ELECTRICIDAD	
Coah.	San Pedro	24,119	22,531	24,828	18,236	12,613	19,314
	Viesca	3,866	1,687	4,025	5,113	4,277	5,152
	Matamoros	13,661	18,883	19,556	25,742	23,737	25,776

Fuente: Censo de Población y Vivienda, 2000, 2010, INEGI.

En los **Cuadro 4.61 a 4.63**, se presenta la disponibilidad de los servicios de acuerdo al total de viviendas particulares registradas para el periodo censal del año 2010 y los



porcentajes de cobertura total cumplidos para el abastecimiento básico (drenaje, agua y electricidad) para los municipios de interés dentro del SA.

En el estado de Coahuila, detectamos que en el municipio de San Pedro los servicios básicos están cubiertos por encima del 90%; en Viesca los servicios básicos están cubiertos por encima del 80%; y para el municipio de Matamoros se registraron coberturas por encima del 95%, por lo que el rezago de servicios fue muy escaso.

Cuadro 4.61. Viviendas particulares habitadas por tipo de servicios con los que cuentan el municipio de San Pedro, para el año 2010.

TIPO DE SERVICIO	NÚMERO DE VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS	%
Disponen de excusado o sanitario	23,856	94.37
Disponen de drenaje	22,531	89.13
No disponen de drenaje	2,576	10.19
No se especifica disponibilidad de drenaje	171	0.68
Disponen de agua entubada de la red pública	24,119	95.41
No disponen de agua entubada de la red pública	1,068	4.23
No se especifica disponibilidad de drenaje	91	0.36
Disponen de energía eléctrica	24,828	98.22
No disponen de energía eléctrica	383	1.52
No se especifica disponibilidad de energía eléctrica	67	0.27

Fuente: Instituto para el Federalismo y Desarrollo social 2015. SNIM. Sistema Nacional de Información Municipal.

Cuadro 4.62. Viviendas particulares habitadas por tipo de servicios con los que cuentan el municipio de Viesca, para el año 2010.

TIPO DE SERVICIO	NÚMERO DE VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS	%
Disponen de excusado o sanitario	4,717	89.59
Disponen de drenaje	4,277	81.23
No disponen de drenaje	937	17.8
No se especifica disponibilidad de drenaje	51	0.97
Disponen de agua entubada de la red pública	5,113	97.11



TIPO DE SERVICIO	NÚMERO DE VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS	%
No disponen de agua entubada de la red pública	140	2.66
No se especifica disponibilidad de drenaje	12	0.23
Disponen de energía eléctrica	5,152	97.85
No disponen de energía eléctrica	102	1.94
No se especifica disponibilidad de energía eléctrica	11	0.21

Fuente: Instituto para el Federalismo y Desarrollo social 2015. SNIM. Sistema Nacional de Información Municipal.

Cuadro 4.63. Viviendas particulares habitadas por tipo de servicios con los que cuentan el municipio de Matamoros, para el año 2010.

TIPO DE SERVICIO	NÚMERO DE VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS	%
Disponen de excusado o sanitario	24,733	95.16
Disponen de drenaje	23,737	91.33
No disponen de drenaje	2,132	8.2
No se especifica disponibilidad de drenaje	122	0.47
Disponen de agua entubada de la red pública	25,742	99.04
No disponen de agua entubada de la red pública	170	0.65
No se especifica disponibilidad de drenaje	79	0.3
Disponen de energía eléctrica	25,776	99.17
No disponen de energía eléctrica	174	0.67
No se especifica disponibilidad de energía eléctrica	41	0.16

Fuente: Instituto para el Federalismo y Desarrollo social 2015. SNIM. Sistema Nacional de Información Municipal.

f) Salud

La salud es también un indicador el bienestar social, y es parte constituyente de la base de desarrollo económico. En el censo del 2010, se incluye una nueva institución de Salud: el Seguro Popular de Salud implementado en el año 2005, creado para brindar



protección financiera a todos los mexicanos, ofreciendo una opción de aseguramiento público en materia de salud a todas las familias y ciudadanos que por su condición laboral y socioeconómica no son derechohabientes de las instituciones de seguridad social.

La derechohabiencia es el derecho que tienen las personas a recibir servicios médicos en alguna institución de salud pública o privada como: el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE e ISSSTE estatal), el Sistema de Protección Social en Salud (Seguro Popular) y otras (ver **Cuadro 4.64**).

Cuadro 4.64. Derechohabiencia a servicios de salud.

MUNICIPIO Y ESTADO		2000				2010				
		SIN. DER.	DERECHO HABIENTE	IMSS	ISSSTE	SIN. DER.	DERECHO HABIENTE	IMSS	ISSSTE	SEG. POP.
Coah.	San Pedro	44,174	88,343	33,180	9,529	27,698	102,650	33,733	9,922	15
	Viesca	10,139	8,531	8,130	370	6,405	14,862	9,359	399	8
	Matamoros	35,770	55,464	47,166	8,027	29,063	77,538	50,315	7,749	209

Fuente: Censo de Población y Vivienda, 2000, 2010, INEGI.

g) Alfabetismo

La educación ha tenido avances significativos durante los últimos 30 años en la entidad y en cada uno de sus municipios, ya que el porcentaje de personas mayores de 15 años sin instrucción escolar básica y el de personas con instrucción primaria incompleta ha disminuido significativamente.

El analfabetismo es medido por INEGI considerando a la población de 15 años y más. Este indicador permite valorar las condiciones de educación de los habitantes del Estado y,



en este caso, de la zona de estudio en función del rezago educativo que presenta la población que debió completar su esquema básico de aprendizaje de lectura y escritura antes de los 15 años. Después de superar esta edad, sólo podrán ser atendidos por los esquemas de educación para adultos. En el **Cuadro 4.65** se observa que el número de analfabetas es mucho menor que el de personas que si leen y escriben un recado.

Cuadro 4.65. Población de 15 años y más según su condición de alfabetismo de la zona de estudio.

MUNICIPIO		2000		2010	
		ALFABETAS	ANALFABETAS	ALFABETAS	ANALFABETAS
Coah.	San Pedro	4,531	364	4,057	304
	Viesca	12,119	1,174	14,337	988
	Matamoros	59,833	3,924	73,125	3,382

Fuente: Censo de Población y Vivienda, 2000, 2010, INEGI.

h) Factores socioculturales

Grupos étnicos

En el estado de Coahuila, sabemos gracias a documentos coloniales los nombres de tribus que habitaron en territorio coahuilense. Algunos investigadores proponen agruparlas en cinco grandes colectividades: huauchichiles, coahuiltecos, tobosos, irritilas y rayados.

En el **Cuadro 4.66**, pueden observarse los parlantes de lengua indígena, para el censo del año 2000 y 2010, nótese que para el segundo periodo los habitantes de los municipios que hablaban alguna lengua indígena se duplicaron.



Cuadro 4.66. Población de lengua indígena.

MUNICIPIO Y ESTADO		POBLACIÓN DE 5 AÑOS Y MÁS QUE HABLA LENGUA INDÍGENA	
		2000	2010
Coah.	San Pedro	40	165
	Viesca	7	24
	Matamoros	95	83

Fuente: Censo de Población y Vivienda, 2000, 2010, INEGI.

i) Integración del medio socioeconómico

Las actividades productivas del SA se encuentran encaminadas principalmente al sector primario (agricultura y ganadería) como la principal fuente de empleo e ingresos económicos para los habitantes de Viesca y Matamoros. Los comercios más numerosos en el AI del Proyecto son las tiendas Diconsa que tienen como principal fin el abasto a las comunidades rurales de productos de la canasta básica y complementaria, éstos últimos se dividen en los siguientes grupos: productos para la alimentación y nutrición, productos para higiene y salud y otros productos.

La dinámica poblacional se encuentra estable presentando aumentos en sus cifras desde el inicio de la década hasta la fecha actual, con un promedio de 2.1 habitantes por vivienda.

Los grados de marginación detectados son congruentes con la escasa marginación detectada en los municipios registrando niveles Medio-Bajos y el índice de desarrollo humano se mantuvo en nivel Medio; También los servicios de salud cubren gran parte de la población por lo que no se presentarían problemas de acceso a la misma; lo que se traduce en incremento de oportunidades de empleo, mejora de calidad de vida con mayor distribución de servicios básicos en todos los municipios que incluye el SA con coberturas mayoritarias al 90% de energía eléctrica cuestión que motiva y justifica la presencia de la Promovente dentro del SA; seguida de disponibilidad de agua (80%) y con menor cobertura el servicio de drenaje.



La cobertura casi total de servicios en la vivienda denota apoyo gubernamental en cuanto a infraestructura se trata.

IV.2.1.4 Paisaje

El paisaje se ha establecido como un recurso básico, tratado como parte esencial y recibiendo igual consideración que los demás recursos del medio físico. El territorio posee unas cualidades intrínsecas residentes en sus elementos naturales o artificiales que son percibidas por el observador a través de sus mecanismos fisiológicos y psicológicos. Por ello, la belleza se aprecia y reconoce de forma distinta y en mayor o menor grado según los observadores.

Sin embargo, una característica importante es que demuestra como un indicador de todos los acontecimientos o procesos que han ocurrido a lo largo de su historia o están ocurriendo con respecto a procesos naturales y las actividades humanas.

Y es precisamente con respecto a las actividades humanas, que el paisaje es clara evidencia de la actitud humana hacia el medio ambiente y los recursos naturales a través del tiempo, de las afectaciones por los cambios de uso del suelo, aprovechamientos de los recursos naturales o el valor que le da la sociedad a nuestro entorno.

Para el análisis del paisaje se delimitaron 20 unidades paisajísticas con base en la cobertura dominante del suelo y a su situación topográfica (**Cuadro 4.67**). El SA está compuesto por 3 condiciones: un 80% es terreno plano a ligeramente ondulado con pendientes menores a 8% que se encuentra en casi todo el SA; el 19.60% pertenece a terreno montañoso, con pendientes mayores a 20%, éste se localiza en la parte oriental y occidental del SA, sólo un ínfimo porcentaje corresponde a lomerío con terreno montuoso y se localiza al centro del SA esta condición presenta valores de 8 a 20 % (ver **Figura 4.18**).

El análisis del paisaje en el SA donde se construirá el Proyecto se realizó considerando criterios geo-ecológicos y de relieve, con el objetivo principal de obtener la



Calidad Visual Vulnerable (CVV) como un indicador en función de la **Calidad Visual (CV)**, **Capacidad de Absorción Visual (CAV)** y de la **Visibilidad (V)**.

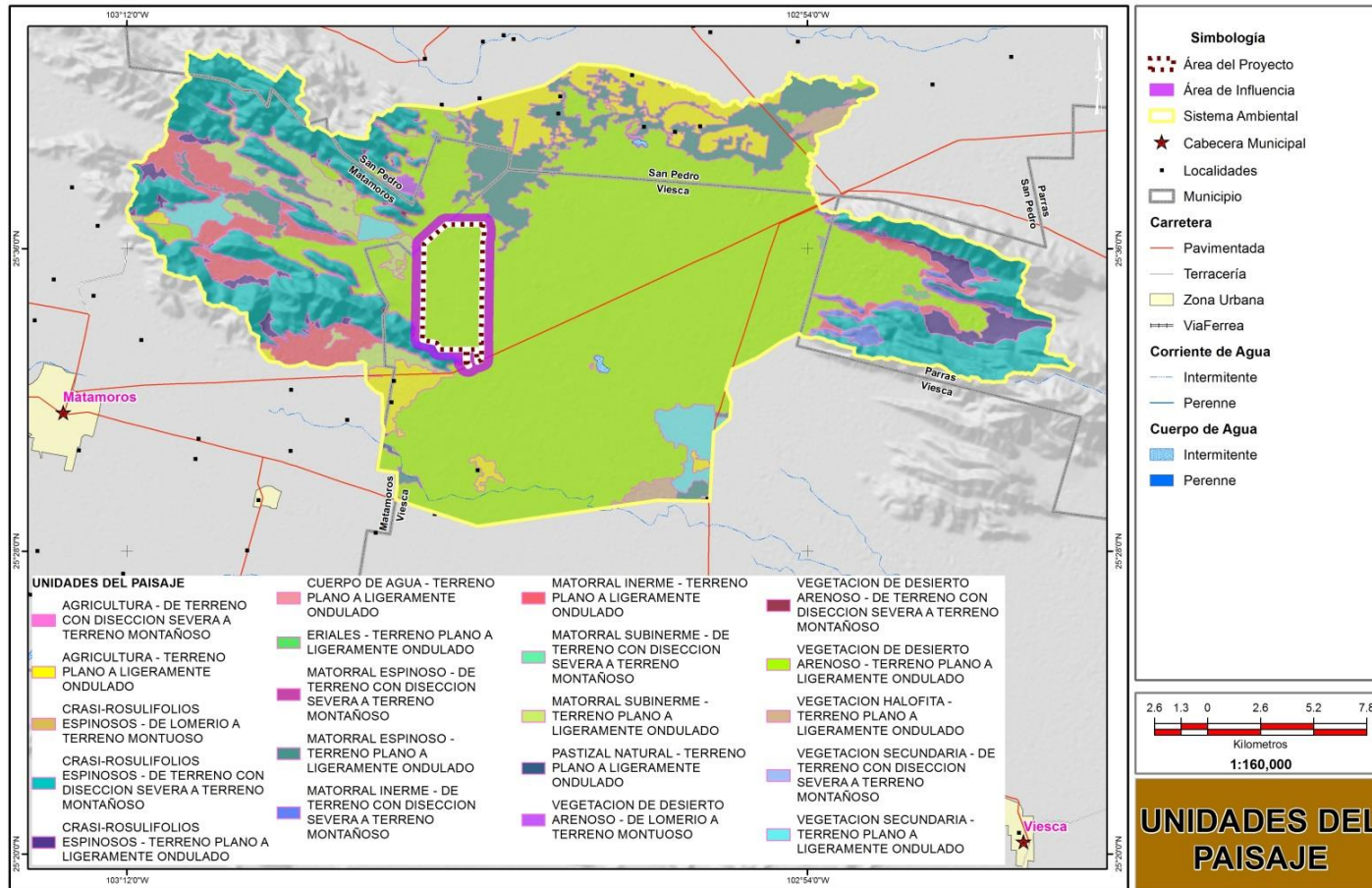
$$CVV = CV + CAV + V$$

Cuadro 4.67. Unidades de paisaje para Sistema Ambiental.

CLASE DE TOPOFORMA	USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	SUPERFICIE	
		(ha)	(%)
De Lomerío a Terreno Montuoso	Crasi-Rosulifolios Espinosos	6.1806	0.01%
	Vegetación de Desierto Arenoso	110.2402	0.20%
De Terreno con Disección Severa a Terreno Montañoso	Agricultura	0.0186	0.00%
	Crasi-rosulifolios espinosos	9,952.2565	18.09%
	Matorral Espinoso	1.4009	0.00%
	Matorral Inerme	593.5897	1.08%
	Matorral Subinerme	111.7614	0.20%
	Vegetación de Desierto Arenoso	119.4425	0.22%
	Vegetación Secundaria	2.4940	0.00%
Terreno Plano a Ligeramente Ondulado	Agricultura	2,926.1679	5.32%
	Crasi-Rosulifolios Espinosos	1,227.4285	2.23%
	Cuerpo de Agua	51.6930	0.09%
	Eriales	54.4808	0.10%
	Matorral Espinoso	4,056.0721	7.37%
	Matorral Inerme	2,468.8024	4.49%
	Matorral Subinerme	1,680.4864	3.05%
	Pastizal Natural	20.0326	0.04%
	Vegetación de Desierto Arenoso	30,010.0682	54.55%
	Vegetación Halófito	447.8137	0.81%
	Vegetación Secundaria	1,173.6259	2.13%
Total		55,014.0559	100.00%



Figura 4.18. Unidades de paisaje para el Sistema Ambiental y Área del Proyecto Villanueva Solar.



a) Calidad Visual del Paisaje

La Calidad Visual del Paisaje (CV) referida como la valoración del atractivo visual del paisaje está en función de propiedades tales como: colores, contrastes o formas que dependen de la morfología del paisaje, el tipo de vegetación y la presencia de cuerpos de agua entre otros. Si consideramos que el paisaje está formado por parches en un mosaico (por denotar que están ensamblados). Estos parches son las diferentes cubiertas del suelo, en las que están los usos del suelo de origen humano (infraestructura de diferente tipo, agricultura y asentamientos humanos), así como las diferentes comunidades vegetales. Entonces estas cubiertas del suelo son consideradas en el presente estudio como las unidades del paisaje, y para caracterizarlas además se considera su posición en el relieve, estado de conservación e intensidad de uso. A cada unidad del paisaje se les asignó un valor de CV considerando los criterios que se presenta en el **Cuadro 4.68**.

Mediante una consulta en panel a todas las personas que participaron en la toma de datos de campo, así como expertos en fitogeografía, a cada unidad de vegetación contenida en cada unidad del paisaje y para cada una de estas variables se les calificó de acuerdo al **Cuadro 4.68** y posteriormente sumados, siendo éste la valoración final de calidad visual de cada unidad paisajística. Finalmente, se establecieron tres clases de CV (**Cuadro 4.69**) del paisaje en función del valor obtenido de la siguiente ecuación:

$$CV = \sum (M, V, H, C, FE, R, AH)$$

Donde:

CV = Calidad visual.

M = Morfología.

V = Vegetación.

H = Hidrología.

C = Color.

FE = Fondo escénico.

R = Rareza.

AH = Actividades humanas.



Cuadro 4.68. Criterios utilizados para la evaluación de calidad visual del paisaje

Ponderación	5	3	1
Morfología	Relieve muy montañosos, marcado y prominente (acantilados, agujas ígneas, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado o sistema de dunas; o presencia de algún rasgo muy singular y dominante (glaciares)	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes pero no dominantes o excepcionales	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular
Ponderación	5	3	1
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesantes	Algunas variedades en la vegetación, pero sólo uno o dos tipos	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación
Ponderación	5	3	0
Hidrología	Factor dominante en el paisaje; apariencia limpia y clara, aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo	Agua en movimiento o en reposo pero no dominante en el paisaje	Ausente o inapreciable
Ponderación	5	3	1
Color	Combinaciones de color intensa y variada, o contrastes agradables entre suelo, vegetación, roca, agua y nieve.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contrastes, colores apagados.
Ponderación	5	3	0
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto
Ponderación	6	2	1
Rareza	Único o poco común, o muy raro en la región, posibilidad real de contemplar fauna y vegetación de manera excepcional	Característico, aunque similar a otros en la región	Bastante común en la región
Ponderación	2	1	0
Actividades humanas	Libre de actividades estéticamente indeseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual.	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en una totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.

Los resultados obtenidos siguiendo el método indirecto anterior (BLM, 1980) se clasificaron de acuerdo a los rangos propuestos en el siguiente cuadro, obteniendo así la clase de CV (**Cuadro 4.69**).

Cuadro 4.69. Rangos para las clases de calidad visual del paisaje.

CALIDAD VISUAL	RANGO
Alta	18 - 33
Media	11 - 18
Baja	0 - 11

En el siguiente **Cuadro 4.70** se presentan los valores globales de la CV para el SA de referencia, AI y AP, dicho valor se obtuvo con una herramienta zonal del software Arcmap 10.1, por lo tanto, el resultado corresponde a una media ponderada. Los valores obtenidos indican que la CV es baja para los tres sistemas de referencia (SA, AI y AP), ya que dichos valores se encuentran entre 0 y 11.

Cuadro 4.70. Rangos para las clases de calidad visual del paisaje obtenidas para los sistemas de referencia.

SISTEMA DE REFERENCIA	CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE
SA	8.6609
AI	7.4369
AP	7.0119

Para conocer la distribución de la calidad visual del paisaje se hizo una clasificación de acuerdo a las tres clases del **Cuadro 4.71**. La calidad visual del paisaje dominante es de clase baja, en el SA ocupa 75.99 % de la superficie total, para el AI la clase baja domina en 94.76 %, mientras que sobre el AP la dominancia de esta clase es casi total 99.83%; la clase media ocupa mayor superficie principalmente en el SA. Obsérvese que para los tres sistemas de referencia, la mayoría de la superficie pertenece a la clase baja, la cual corresponde a áreas donde principalmente se encuentra vegetación de desiertos arenosos que aportan pocos elementos en la belleza escénica del paisaje con colores opacos y bajos contrastes, además de limitada variedad vegetal. La superficie con una calidad visual media



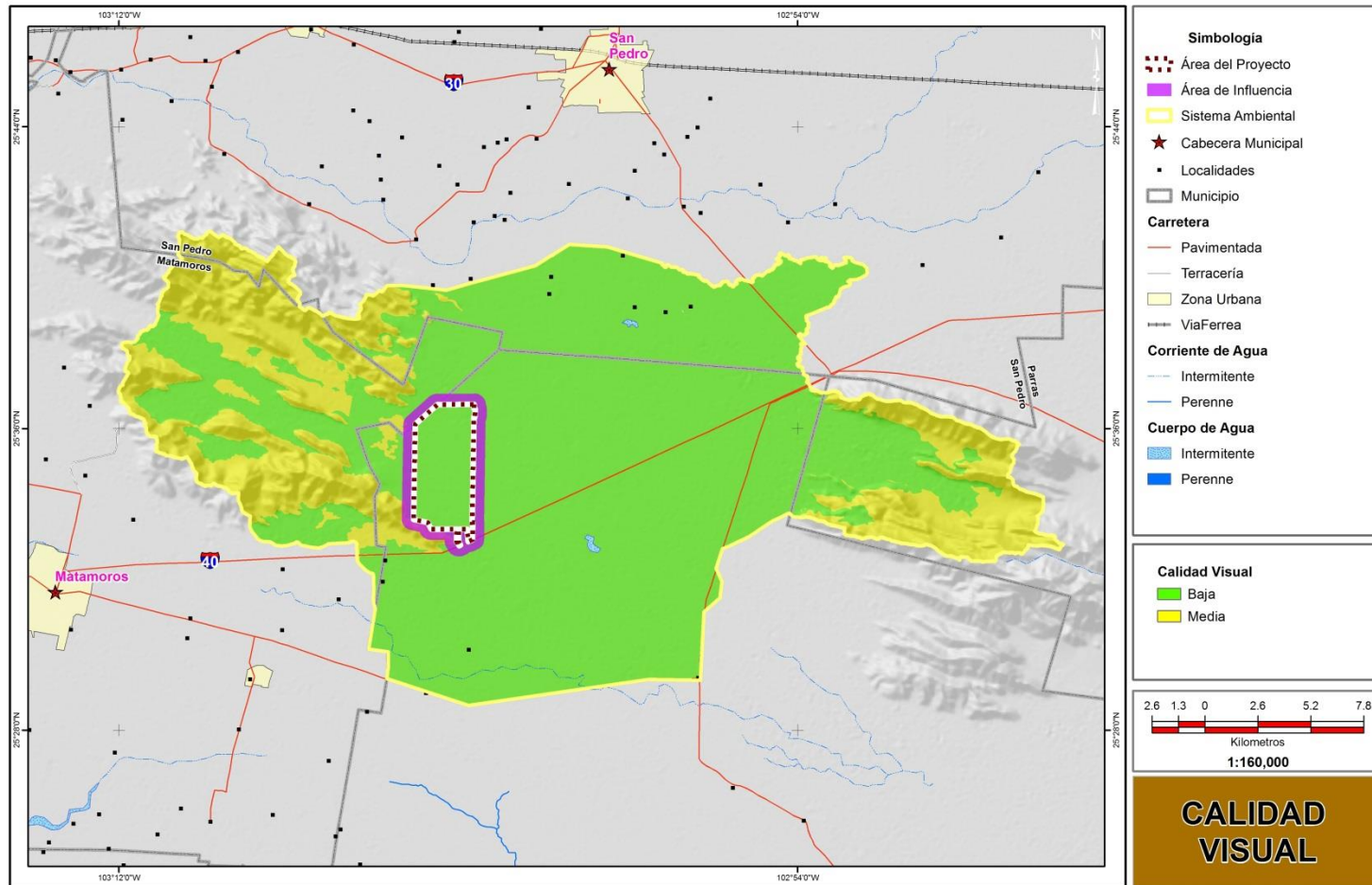
esta relegada a zonas de sierras donde la topografía ofrece rasgos interesantes que resultan atractivos, además, el tipo de vegetación cambia, incrementando ligeramente la diversidad vegetal, así como contrastes entre los valles dominados por un sólo tipo de vegetación y los cerros donde se presentan asociaciones entre matorrales crasi-rosulifolios y matorral inerme.

En la **Figura 4.19**, se pueden identificar las regiones con las diferentes clases para la CV, donde la calidad baja domina la parte central de todo el SA y la clase media se distribuye en la parte oriental y occidental; la CV de clase alta está ausente, pues no se encuentran condiciones que aporten elementos de singular belleza.

Cuadro 4.71. Distribución de superficie del Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto entre clases de calidad visual del paisaje.

CLASE	SUPERFICIE	
	(ha)	(%)
SISTEMA AMBIENTAL		
Baja	41,806.9386	75.99%
Media	13,207.1173	24.01%
Alta	0.0000	0.00%
Total	55,014.0559	100.00%
ÁREA DE INFLUENCIA		
Baja	2,400.6966	94.76%
Media	132.8534	5.24%
Alta	0.0000	0.00%
Total	2,533.5500	100.00%
ÁREA DEL PROYECTO		
Baja	1,531.7360	99.83%
Media	2.6140	0.17%
Alta	0.0000	0.00%
Total	1,534.3500	100.00%

Figura 4.19. Calidad Visual del Paisaje para el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto Villanueva Solar.



b) Capacidad de Absorción Visual

La capacidad de absorción visual (CAV) es la capacidad que tiene un paisaje para acoger actuaciones propuestas sin que se produzcan variaciones en su carácter visual, contrario a este término está la fragilidad visual que se define como la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él. La metodología utilizada propuesta por (Yeomans, 1986) se describe a continuación.

Los criterios considerados en la estimación de este parámetro se presentan en el **Cuadro 4.72**. También se realizaron técnicas de consulta en panel para calificar las unidades del paisaje en los factores E, R, D, C y V. Para el factor de pendiente (P) se generó en un entorno de Sistema de Información Geográfica (SIG) una capa raster a partir de un modelo digital de elevación obtenido de la plataforma del INEGI con una resolución de 15 m por pixel, cuya información está contenida en una malla, donde cada cuadro o pixel posee la información de pendiente.

Cuadro 4.72. Factores considerados en la estimación de la CAV del paisaje.

FACTOR	CONDICIONES	PUNTAJES	
		NOMINAL	NUMÉRICO
Pendiente (P)	Inclinado (Pendiente > 55%)	Bajo	1
	Inclinación suave (25 - 55 %Pendiente)	Moderado	2
	Poco Inclinado (0 - 25 % de pendiente)	Alto	3
Estabilidad del suelo y erodabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgos alto de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial	Bajo	3
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial	Moderado	2
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	1
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Bajo	1
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Alto	3
Diversidad de vegetación (D)	Eriales, prados y matorrales	Bajo	1
	Coníferas, repoblaciones	Moderado	2
	Diversificada (mezcla de claros y bosques)	Alto	3



FACTOR	CONDICIONES	PUNTAJES	
		NOMINAL	NUMÉRICO
Actuación humana (C)	Fuerte presencia antrópica	Alto	3
	Presencia moderada	Moderado	2
	Casi imperceptible	Bajo	1
Contrastes de color (V)	Elementos de bajo contraste	Bajo	1
	Contraste visual moderado	Moderado	2
	Contraste visual alto	Alto	3

La CAV se obtuvo en un SIG, con el empleo de la calculadora de mapas, mediante la siguiente expresión:

$$CAV = P * \sum ERDCV$$

Donde:

P= Pendiente

D= Diversidad vegetal

E= Estabilidad y erodabilidad del suelo

C= Actuación humana

R= Potencial estético

V= Contraste de colores

Una vez estimados los valores, fueron clasificados bajo los rangos propuestos en el siguiente **Cuadro 4.73**.

Cuadro 4.73. Clases de capacidad de absorción visual.

CLASE	RANGO
Baja	< 15
Media	15 - 30
Alta	> 30

Las características inherentes al SA como la vegetación, la topografía, el clima, las actividades antrópicas, entre otras, pero principalmente la primera, determinan el potencial que tiene el ecosistema de absorber los impactos causados. En el **Cuadro 4.74**, se estimó la capacidad de absorción visual promedio para los tres sistemas de referencia (SA, AI y AP); es evidente que los valores corresponden a una capacidad baja.



Cuadro 4.74. Capacidad de Absorción Visual promedio para los tres sistemas de referencia

SISTEMA DE REFERENCIA	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN VISUAL
SA	10.1304
AI	9.1827
AP	8.9529

Con la finalidad de describir aquella superficie donde se presentan valores tanto para la clase baja como para la clase media, se presenta el siguiente **Cuadro 4.75**. El mayor porcentaje de la superficie para el SA y el AI presenta una capacidad de absorción visual de clase baja, ésta clase es determinada principalmente por la escasa pendiente, ya que sobre el área del SA dominan las llanuras que influyen directamente en disminución sobre la capacidad de absorción visual; para el AP toda la superficie presenta una baja capacidad de absorción visual.

La superficie con una CAV media se presenta sobre terrenos donde la pendiente aumenta, y donde además se combinan matorrales de bajo porte como los crasi-rosulifolios, espinosos e inermes; hacia el centro del SA se presenta una superficie dominada por una topografía menor a 8% con baja CAV, determinada principalmente por vegetación de desierto arenoso. Debido a la ausencia de comunidades que aporten un alto grado de conservación, que ofrezcan alta belleza escénica al paisaje o contrastes entre sus comunidades, la capacidad de absorción visual alta no se presenta sobre el área que comprende el SA.

En la **Figura 4.20** se aprecia la distribución de la capacidad de absorción visual; sobre el SA, la clase media se distribuye al oriente y occidente, correspondiente a las zonas serranas; para el AI, únicamente se presenta de manera muy reducida en la parte suroeste; para el AP la totalidad de la superficie corresponde a una CAV baja.

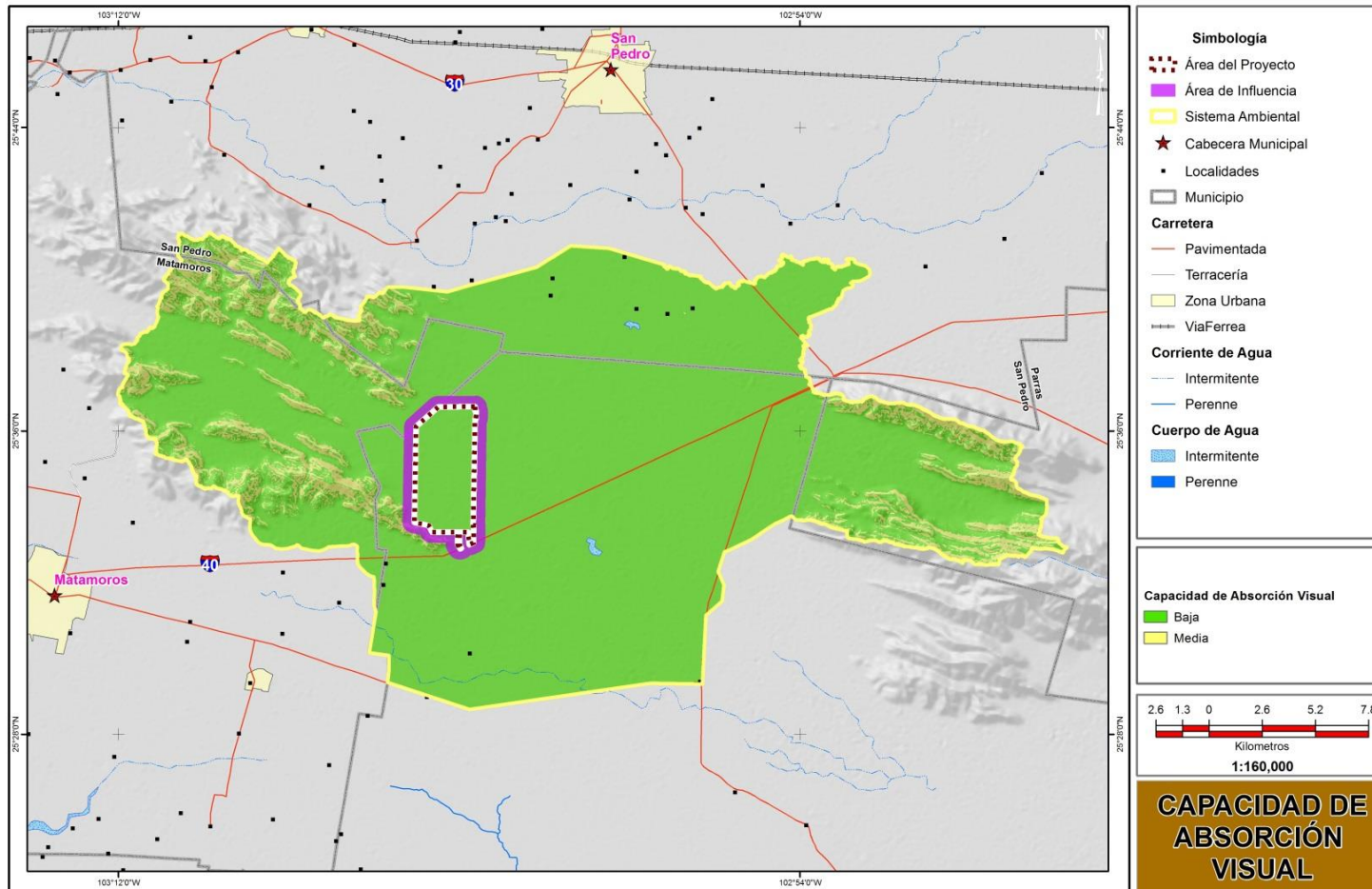


Cuadro 4.75. Distribución de superficie del Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto por clases de capacidad de absorción visual.

CLASE	SUPERFICIE	
	(ha)	(%)
SISTEMA AMBIENTAL		
Baja	50,014.8308	90.91%
Media	4,999.2251	9.09%
Alta	0.0000	0.00%
Total	55,014.0559	100.00%
ÁREA DE INFLUENCIA		
Baja	2,495.0174	98.48%
Media	38.5326	1.52%
Alta	0.0000	0.00%
Total	2,533.5500	100.00%
ÁREA DEL PROYECTO		
Baja	1,534.3500	100.00%
Media	0.0000	0.00%
Alta	0.0000	0.00%
Total	1,534.3500	100.00%



Figura 4.20. Capacidad de Absorción visual para el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto Vollanueva Solar.



c) Visibilidad

Para fines del estudio, la visibilidad es el espacio geográfico desde donde puede ser visto un proyecto o actuación humana, en otras palabras su incidencia visual, que depende de la conformación del terreno, de propiedades de la vegetación y de las dimensiones propias del proyecto en particular. La determinación de la cuenca visual es fundamental para el análisis de visibilidad, esta cuenca no es más que la zona visible desde un punto dado y se puede aplicar también a un conjunto de puntos próximos entre sí que constituyen un objeto y considerarla como la porción de territorio desde donde puede ser vista.

La generación de dichas cuencas visuales se llevó a cabo en un entorno SIG utilizando un modelo digital de elevación y la altura de la infraestructura que pudiera tener mayor potencial de incidencia visual para este caso se utilizó la altura de los generadores fotovoltaicos (paneles solares) la cual es de 2 m.

Dado que la cuenca visual solamente tiene dos posibles resultados (visible y no visible), las unidades paisajísticas con accesibilidad visual se les asignó el valor de 3, y las que no presentan accesibilidad se les asignó el valor de 1, esto con la finalidad de determinar la calidad visual vulnerable.

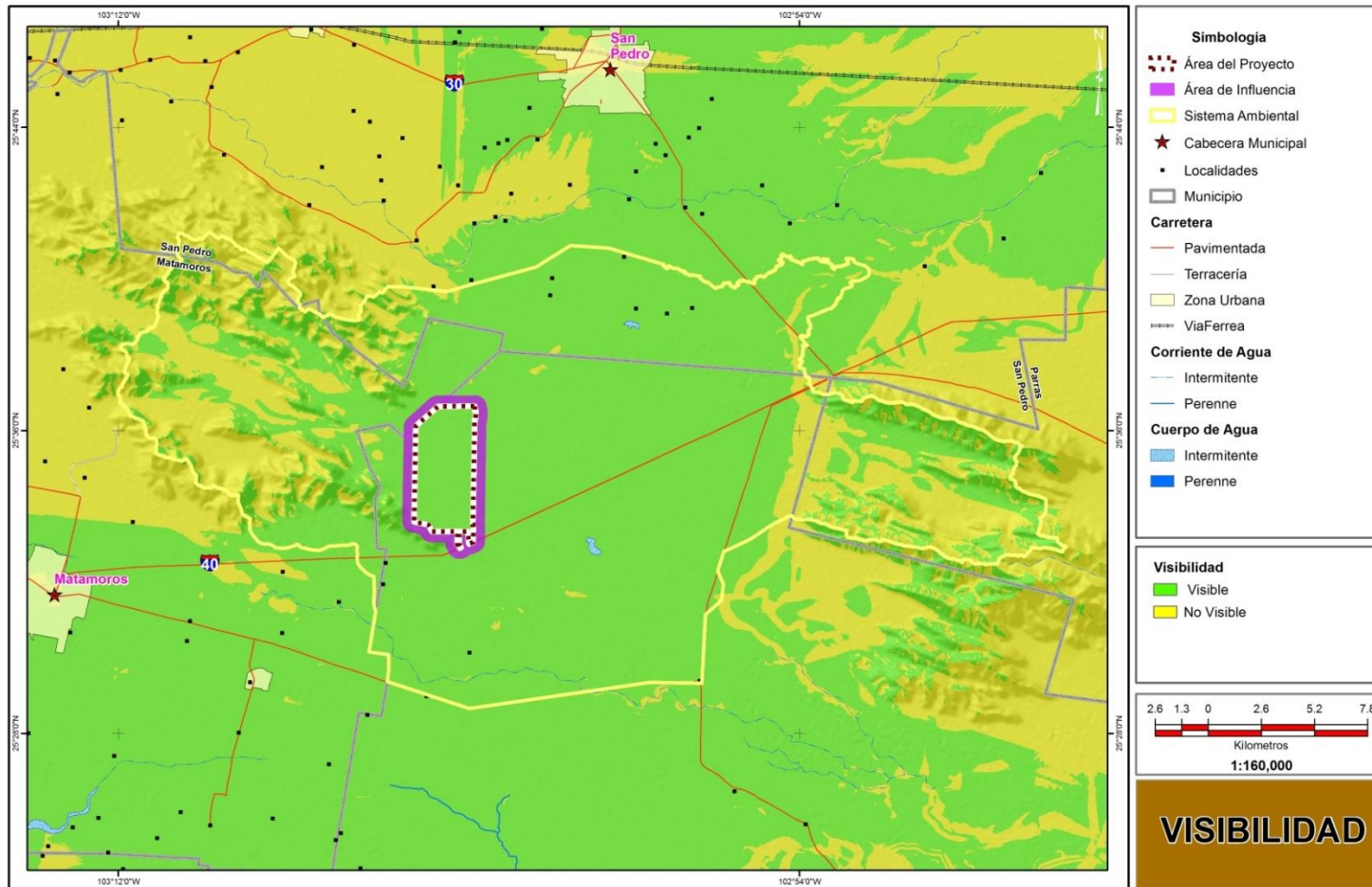
En el **Cuadro 4.76**, se distribuye la superficie para cada sistema de referencia. En el SA, la mayoría de la superficie sí presenta accesibilidad visual, sólo desde el 20.91% de la superficie total no se verían los paneles solares; para el AI, únicamente no se podría ver la infraestructura desde 1.8471 ha; y obviamente para el AP la visibilidad es total. La **Figura 4.21** se puede apreciar que las zonas sin accesibilidad visual están vinculadas a la lejanía y a la topografía ya que las serranías actúan como barreras limitando la visibilidad.



Cuadro 4.76. Distribución de la superficie del Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto de acuerdo a la visibilidad del Proyecto.

VISIBILIDAD	SUPERFICIE	
	(ha)	(%)
SISTEMA AMBIENTAL		
No visible	11,503.6743	20.91%
Visible	43,510.3816	79.09%
Total	55,014.0559	100.00%
ÁREA DE INFLUENCIA		
No visible	1.8671	0.07%
Visible	2,531.6829	99.93%
Total	2,533.5500	100.00%
ÁREA DEL PROYECTO		
No visible	0.0000	0.00%
Visible	1,534.3500	100.00%
Total	1,534.3500	100.00%

Figura 4.21. Visibilidad sobre el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto Villanueva Solar.



d) Calidad Visual Vulnerable

Para evaluar la sensibilidad al deterioro del paisaje en el AI, se utilizó el índice de Calidad Visual Vulnerable (CVV) en función de los atributos del paisaje antes expuestos (CV, CAV y GV) integrándose de la siguiente manera.

$$CVV = CV + CAV + GV$$

Donde:

CVV= Calidad Visual Vulnerable

CV= Calidad Visual

CAV= Capacidad de Absorción Visual

GV= Grado de visibilidad

Aplicada la expresión anterior, se obtuvo la CVV para la totalidad del AI, clasificando los valores obtenidos de acuerdo a los rangos que se presentan en el siguiente **Cuadro 4.77**.

Cuadro 4.77. Rangos para las clases de la Calidad Visual Vulnerable.

CVV	VALOR NÚMÉRICO	CLASE
1-3	1	BAJA
4-6	2	MEDIA
7-9	3	ALTA

Con la integración de la calidad visual, la capacidad de absorción visual y el grado de visibilidad se obtuvo la CVV. En el **Cuadro 4.78** los valores indican la calidad visual vulnerable promedio para cada sistema de referencia (SA, AI y AP), la cual es de clase media para los tres casos.



Cuadro 4.78. Calidad visual vulnerable promedio para los sistemas de referencia Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto.

SISTEMA DE REFERENCIA	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN VISUAL
SA	4.9127
AI	5.0667
AP	5.0017

En el siguiente **Cuadro 4.79**, se presenta la superficie del SA, AI y AP distribuida por las tres diferentes clases de CVV, obsérvese que la mayoría de la superficie (en los tres casos) presenta una clase media resultado de una compleja relación entre la vegetación de matorrales la cual aporta pocos elementos, como poca diversidad, colores opacos durante la mayor parte del año; en cuanto aspectos hidrológicos, los cuerpos de agua son intermitentes y muy escasos que se benefician únicamente durante las temporada de lluvias, las cuales también son espontaneas y escasas. Otros factores como la escasa topografía (en casi toda la superficie del AI y AP) permite que la vegetación tenga un efecto menor sobre la capacidad de absorción visual, la combinación de todos estos factores, en los que unos restan belleza escénica y otros aumentan la capacidad de absorción, así como las pocas áreas sin accesibilidad visual determina que la CVV sea, como ya se mencionó, de clase media. Aún se mantiene sobre las serranías áreas con una alta CVV que corresponden a lugares de difícil acceso y donde la vegetación alcanza condiciones que potencian ligeramente la belleza del paisaje circundante, además de la topografía que ofrece líneas y detalles interesantes. En la **Figura 4.22**, se aprecian las diferentes clases de la calidad visual vulnerable para el SA, AI y AP donde se presenta la planta solar.

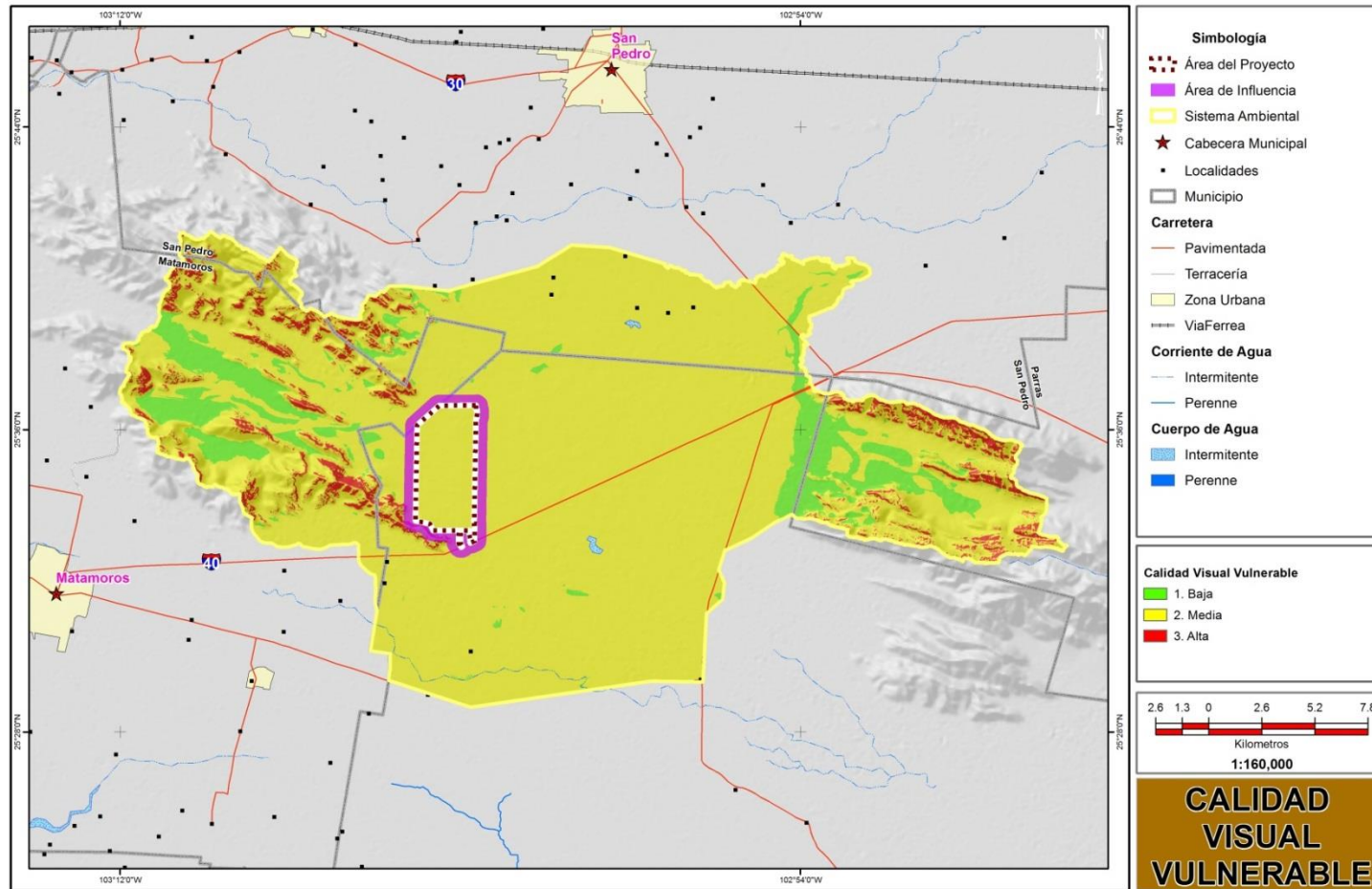


Cuadro 4.79. Superficie de Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto distribuida por clases de Calidad Visual Vulnerable.

CLASE	SUPERFICIE	
	(ha)	(%)
SISTEMA AMBIENTAL		
Baja	4,715.6451	8.57%
Media	47,808.6683	86.90%
Alta	2,489.7425	4.53%
Total	55,014.0559	100.00%
ÁREA DE INFLUENCIA		
Baja	0.2699	0.01%
Media	2,493.2171	98.41%
Alta	40.0630	1.58%
Total	2,533.5500	100.00%
ÁREA DEL PROYECTO		
Baja	0.0000	0.00%
Media	1,534.3500	100.00%
Alta	0.0000	0.00%
Total	1,534.3500	100.00%



Figura 4.22. Calidad Visual Vulnerable del Paisaje para el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto Villanueva Solar.



IV.3 Diagnóstico Ambiental

Los estudios del medio físico consisten en un conjunto de técnicas para el acopio, elaboración y tratamiento de la información relativa al entorno natural, tal como lo encontramos en la actualidad, de manera que sea de fácil utilización en la toma de decisiones sobre usos del suelo y mejora de dicho entorno. La descripción y evaluación de los diferentes componentes del SA, del AI y AP descritos previamente se concluye en el diagnóstico ambiental.

La integración de la información del inventario en el diagnóstico ambiental, que reflejará el estado actual del AI como resultado de los procesos que han estado sucediendo en el tiempo, se realizó sobre la base de realizar una Evaluación de la Calidad Ambiental que se explica a continuación.

IV.3.1.1 Evaluación de la Calidad Ambiental

El valor ambiental o calidad ambiental de un recurso, factor ambiental o de un espacio geográfico, es el mérito para ser conservado, o lo que es lo mismo, para no ser destruido, entendiéndose como conservación del recurso o factor ambiental, el mantenimiento de su estructura y funcionamiento que garantice su permanencia y/o uso por tiempo indefinido. También la calidad ambiental puede considerarse como un vector que engloba diferentes aspectos, y que informan parte de aspectos funcionales del territorio, aún sin conocer a profundidad la estructura y funcionamiento del sistema en completo. Así tenemos que:

$$CA = \sum (F1, F2, F3, F4 \dots Fn)$$

Donde:

CA = Calidad Ambiental

F1, F2, F3, etc. = Factores ambientales o componentes del Sistema Ambiental.



De acuerdo a la cartografía de unidades climáticas de INEGI¹¹ que corresponde a la clasificación de climas de Köppen (1936), modificado por García 1964 para la República Mexicana, el SA se ubica en una región de clima muy árido, con déficit de humedad todo el año (BWhw), su principal característica es que la evapotranspiración excede a la precipitación. Este clima cálido registra una temperatura media anual entre 18 y 22°C, mantiene una temperatura media mensual de 18°C o superior, a lo largo de casi todo el año, salvo los meses de invierno en los cuales promedia entre 10 y 16°C. Es considerado como seco debido a su precipitación errática y escasa, concentrada en el verano y principios del otoño hacia los meses de junio a octubre, con presencia frecuente de periodos de sequía interestival.

El SA está conformado por dos sistemas montañosos que ocupan a apenas el 20% de la superficie total, al poniente las Sierras de San Lorenzo, Texas y Solís, al oriente la Sierra Mayran y la Sierra Parras, entre ambos sistemas montañosos se extiende una llanura conformada por la acumulación de material derivado de rocas preexistentes, que ha sido transportado por la acción del viento, es decir, suelo eólico; también ocupa un porcentaje importante el suelo de tipo aluvial, que ha sido transportado por corrientes superficiales de agua; en menores porcentajes se encuentran suelos calizos, yeso, lacustres y lutita – arenisca. El AI está conformada principalmente por un suelo de tipo eólico, sin embargo, una pequeña franja al suroeste corresponde a suelo de calizas; el AP en su totalidad presenta suelo eólico.

El suelo de tipo regosol domina el 43.98% de la superficie total del SA, estos suelos presentan un buen desarrollo vertical y alta concentración de materiales de granulometría fina, la concentración de sales hace presente una fase química sódica que la relaciona con un mal drenaje, lo que no es un problema en estos suelos que la mayor parte del año están secos, su vegetación es escasa y deprimida, compuesta por plantas arbustivas y gramíneas de porte muy bajo tolerantes a las sales y al sodio, estas características de aridez y poca cobertura vegetal reparan en terrenos susceptibles a la erosión eólica. Sobre la superficie del

¹¹ INEGI, 2008. Conjunto de datos vectoriales. Escala 1:1 000 000. Unidades climáticas.



Al y AP el suelo regosol también es dominante. El suelo solonchak, que literalmente significa área salina, se presenta en un porcentaje muy inferior al noroeste del Al y AP.

El SA, Al y AP se enmarcan dentro de la Región Hidrológica Administrativa VII Cuencas Centrales del Norte, la cual abarca parcialmente los estados de Zacatecas, San Luis Potosí, Tamaulipas, Nuevo León, Durango, Chihuahua y la parte sur, suroeste y oeste de Coahuila. Todas estas regiones hidrológicas con la peculiaridad de ser sistemas endorreicos que dan lugar a cuerpos de agua intermitentes de tipo estacional. En general el SA, Al y AP están constituido por valles y depresiones que forman pendientes bajas, donde las corrientes superficiales prácticamente están ausentes, representando una zona que propicia la infiltración del agua, por lo que su importancia radica en la recarga que representa para el acuífero.

Los tipos de vegetación más abundantes en el SA son vegetación de desiertos arenosos-matorral inerme la cual ocupa un 51.48%, le sigue el crasi-rosulifolios-espinosos matorral subinerme nopalera son el 14.13%, en menor proporción se presenta el matorral espinoso con un 6.99%. La flora está integrada por 104 especies de plantas agrupadas en 95 géneros pertenecientes a 32 familias. El análisis de riqueza de especies por familia reconoce que las familias con mayor riqueza son Cactaceae (24 especies), Asteraceae (12), Fabaceae (8 especies) y Poaceae (8 especies), este conjunto concentra el 50% del total de especies encontradas para el SA. De acuerdo a reportes de literatura, 13 especies endémicas con distribución potencial en el SA y se reportan cuatro especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo estatus de conservación, las más frecuentes son cactáceas: *Lophophora williamsii* y *Coryphantha poselgeriana*, la primera en la categoría de Sujeta a protección especial (Pr) y la segunda como Amenazada (A).

La fauna del SA (incluyendo dentro de su contexto el Al y AP), es representada por 108 especies de 5 grupos faunísticos; el grupo de aves con 59 especies, reptiles con 30, 10 especies de mamíferos, 8 especies de roedores y una especie de anfibios; reptiles es el segundo grupo con mayor riqueza de especies, la importancia que representa este grupo se ve reflejada en la presencia y el predominio de la lagartija de las dunas (*Uma exsul*), especie endémica y en peligro de extinción para la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-



2010, encontrando las condiciones idóneas para mantener su dinámica poblacional en esta zona de apariencia inhóspita, obteniendo áreas de refugio, asoleo, alimentación, lo cual le permite seguir reproduciéndose particularmente para el tipo de vegetación DA(Mi); asimismo, otras 16 especies muestran algún estatus de protección, 2 especies de aves (3.39% respecto al total de especies de aves), una especie de mamíferos (10%) y 13 especies más de reptiles (46.67% incluyendo *Uma exsul*).

Los aspectos que se consideran en la valoración de la calidad ambiental son los siguientes:

- **Diversidad**, representada por la riqueza de especies de flora y fauna.
- **Cobertura de la vegetación**, como estimador de abundancia de ésta y el valor como protección al suelo.
- **Naturalidad**, relacionado con el grado de modificación de las comunidades biológicas por elementos exóticos, también considera grado de cambio natural debido a perturbaciones por uso y/o manejo.
- **Representatividad**, relativo a las condiciones originales y primarias.
- **Fragilidad**, relacionada a los aspectos de vulnerabilidad y carácter perecedero de las comunidades biológicas.
- **Vulnerabilidad**, indicando la susceptibilidad de las comunidades vegetales a las perturbaciones de origen antrópico.
- **Presencia de especies con estatus de protección**, es decir las listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 incluyendo las de LCDR.
- **Características del patrón de drenaje** (escurrimiento), considerando la disección horizontal que determina la distribución, abundancia y productividad de las comunidades vegetales en el área.
- **Hidrología subterránea**, considerando la amplitud de pendientes que determinan la acumulación de flujos y su posterior infiltración a los mantos freáticos.
- **Hidrología superficial**, se basa en el grado de disección horizontal de las escorrentías superficiales calculado a partir de la densidad del drenaje.



- **Susceptibilidad a la erosión**, considerando las características del relieve como pendiente y exposición, características intrínsecas del suelo y cubierta del suelo.
- **Calidad Visual Vulnerable**, considerando los aspectos plásticos o de calidad visual, capacidad de absorción visual e intervisibilidad.

La valoración de cada uno de estos aspectos se realizó en panel de consulta con la participación de los expertos responsables de flora, fauna, paisaje y SIG, así como la participación del equipo de brigadistas de campo y analistas SIG. Las dimensiones de valor se aplicaron criterios de valor ampliamente aceptados y contrastados, así como la utilización de una escala jerárquica que proporcionan simples rangos de valor de 0 a 3 de la siguiente manera:

- 0 Sin importancia, valor o función por estar totalmente transformado.
- 1 Baja importancia o valor bajo
- 2 Mediana importancia o valor medio.
- 3 De alta importancia o valor alto.

Los aspectos anteriormente valorados fueron considerados finalmente en 9 factores que determinan la calidad del hábitat en un proceso de integración del diagnóstico, y fueron las siguientes.

- F1** Riqueza de Especies de Flora (DFLOR)
- F2** Riqueza de Especies de Fauna (DFAU)
- F3** Cobertura de la vegetación como protección al suelo (PROSUE)
- F4** Importancia Ecológica, considerando la agregación de los valores de naturalidad, representatividad, fragilidad y vulnerabilidad (IECOL)
- F5** Presencia de especies con estatus de protección, de lento crecimiento y/o difícil regeneración (SPRO)
- F6** Características del patrón de drenaje (HSUP)
- F7** Riesgo o susceptibilidad a la erosión por características del suelo (RERO)
- F8** Calidad visual vulnerable (CVV)
- F9** Características de la hidrología subterránea con base a la disección vertical (HSUB)



La valoración anteriormente descrita se apoyó y utilizó la información generada en la fase de inventario y descripción del AI, utilizando la información ya generada y presentada en este mismo capítulo e incorporada en el SIG y bases de datos de aspectos bióticos y abióticos. El procedimiento de análisis espacial se realizó utilizando la Plataforma ArcGis 10.1®, por medio de superposiciones y álgebra de mapas, considerando una evaluación multicriterio que describimos a continuación.

IV.3.1.2 Evaluación multicriterio o clasificación jerárquicas de Saaty

La Evaluación Multicriterio es una técnica que combina la información de varios criterios para formar un solo **índice de evaluación**, en el caso que nos ocupa, la calidad ambiental del hábitat. Como anteriormente se expresó, **la calidad ambiental** está función de un conjunto de factores ambientales que lo determinan (vector de componentes ambientales). Sin embargo, no todos los componentes contribuyen de la misma manera o con el mismo peso en esta calidad ambiental, por lo anterior, los factores son combinados aplicando un peso a cada uno seguido por una sumatoria de los resultados (combinación lineal ponderada), para producir un mapa que representa espacialmente la calidad del hábitat, es decir:

$$CA = \sum Wi * Xi$$

Donde:

CA = Calidad Ambiental

Wi = Valor del factor

Xi = Peso del factor

Además, se debe considerar que en una combinación lineal ponderada, la suma de las ponderaciones asignadas a cada elemento debe ser la unidad.



IV.3.1.3 Ponderación de los criterios

Existe una variedad de técnicas para la creación de pesos. En el presente estudio en que la ponderación podría dificultarse por la comparación directa de nueve factores, se decidió utilizar la técnica de comparación por pares, con el uso de una matriz triangular. Dividir la información en comparaciones simples por pares en los cuales solo dos criterios necesitan considerarse por vez, puede facilitar en gran medida el proceso de ponderación, y probablemente produzcan un grupo más robusto. Un método de comparación por pares posee la ventaja agregada de proveer una estructura organizada para las discusiones de grupo, y de ayudar al grupo de la toma de decisiones a perfeccionar las áreas de acuerdo y desacuerdo en la creación de la ponderación de los criterios.

La técnica aquí descrita e implementada en IDRISI® versión Selva, es la de comparaciones por pares desarrollada por Saaty (1977) en el contexto de un proceso de toma de decisión conocido como el Proceso de Jerarquía Analítica (AHP). En el procedimiento para la Evaluación Multicriterio usando la combinación lineal ponderada expresada anteriormente, es necesario que los pesos sumen en uno. En la técnica de Saaty, los pesos de esta naturaleza pueden derivarse tomando el *vector propio* principal de una matriz recíproca cuadrada de comparaciones por pares entre criterios. Las comparaciones se ocupan de la importancia relativa de los dos criterios involucrados al determinar la adecuación para el objetivo planteado. Los puntajes se proveen sobre una escala continua de 9 puntos (**Cuadro 4.80**).

Cuadro 4.80. Criterios de valoración en la comparación por pares de los factores.

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Mucho menos	Mucho	Mediana-mente	Ligera-mente	IGUALMENTE	Ligera-mente	Mediana-mente	Mucho	Mucho mas
MENOS IMPORTANTE					MAS IMPORTANTE			

Al realizar las comparaciones, un individuo o un grupo comparan cada par posible e ingresa los puntajes en una matriz de comparación por pares. Ya que la matriz es simétrica, en realidad necesita ser llenada solo la mitad triangular inferior.



Debido a que la matriz completa de comparación por pares contiene múltiples rutas por las cuales puede evaluarse la importancia relativa de los criterios, es posible también determinar el grado de consistencia usado para desarrollar los puntajes. Saaty (1977) muestra el procedimiento por el cual puede producirse un índice de consistencia conocido como *tasa de consistencia*. Esta tasa de consistencia (TC) indica la probabilidad de que los puntajes de la matriz se generen de manera aleatoria. Saaty señala que las matrices con puntajes TC mayores que 0.10 deben ser re-evaluados.

IV.3.1.4 Criterios de valoración

La matriz de comparación por pares de los 9 factores considerados para la evaluación multicriterio en la estimación de la calidad ambiental del AI se presenta en el siguiente **Cuadro 4.81**.

Cuadro 4.81. Matriz de comparación por pares para la estimación de la calidad ambiental del Área de Influencia del Proyecto.

FACTORES	CVV	DFAU	DFLOR	HSUB	HSUP	IECOL	PROSUE	RERO	SPRO
CVV	1								
DFAU	3	1							
DFLOR	3	3	1						
HSUB	1/3	1/5	1/3	1					
HSUP	1/3	1/3	1/5	1	1				
IECOL	3	3	3	9	5	1			
PROSUE	3	3	3	9	5	3	1		
RERO	5	3	3	9	5	3	1/3	1	
SPRO	1/3	1/3	1/3	3	3	1/3	1/9	1/5	1

Mediante la consulta en panel de expertos en botánica, fauna, ecología y sistemas de información geográfica utilizando la técnica de comparación por pares se obtuvo en un entorno SIG la ponderación de cada factor, que se presentan en el siguiente **Cuadro 4.82**.



Cuadro 4.82. Ponderaciones obtenidas con la técnica de comparación por pares.

FACTOR	CVV	DFAU	DFLOR	HSUB	HSUP	IECOL	PROSUE	RERO	SPRO
Wi	0.0585	0.0832	0.1086	0.021	0.0266	0.1538	0.2884	0.2199	0.0399

La tasa de consistencia para esta ponderación es de 0.07 como es menor a 0.1 la ponderación es aceptable. Con los valores de ponderación y de acuerdo a los factores ya descritos, se desarrolló la siguiente expresión en un sistema de información geográfica mediante el álgebra de mapas.

$$CA = (0.0585*CVV) + (0.0832*DFAU) + (0.1086*DFLOR) + (0.021*HSUB) + (0.0266*HSUP) + (0.1538*IECOL) + (0.2884*PROSUE) + (0.2199*RERO) + (0.0399*SPRO)$$

Donde:

CA = Calidad ambiental, **CVV** = Calidad visual vulnerable, **DFAU** = Diversidad de fauna, **DFLOR** = Diversidad de flora, **HSUB** = Hidrología subterránea, **HSUP** = Hidrología superficial, **IECOL** = Importancia ecológica (Valor natural + representatividad + fragilidad + vulnerabilidad), **PROSUE** = Protección al suelo (cobertura de la vegetación), **RERO** = Susceptibilidad a la erosión, **SPRO** = Presencia de especies con estatus de protección.

IV.3.1.5 Síntesis del inventario

De acuerdo a la ponderación se ha determinado que el factor protección al suelo (PROSUE), susceptibilidad a la erosión (RERO) e importancia ecológica (IECOL) son los factores con mayor importancia, ya que entre los tres suman el 66.21 % de la importancia de todos los factores. La importancia del factor PROSUE se vincula al efecto que tiene la escasa vegetación sobre el control de la erosión, así como la fuente de alimento y hogar de la fauna silvestre. El factor RERO presenta una alta importancia debido a los bajos índices de erosión ya que la mayor parte del AI presenta niveles de erosión de clase incipiente, es decir, por debajo de las 5 t ha⁻¹ año⁻¹. El factor de importancia ecológica (IECOL) también ocupa un nivel de ponderación alto, debido a que las especies de flora presentan altas adaptaciones especiales a las condiciones climáticas, la presencia de especies como las cactáceas, los matorrales espinosos y vegetación halófila son muestra de ello, ya que



presentan adaptaciones como espinas (cactáceas) en vez de hojas con la finalidad de optimizar la humedad recolectada.

Los demás factores, aunque presentan un valor de ponderación relativamente bajo, cumplen con una función vital para el desarrollo de los elementos naturales presentes en el SA, AI y AP, por ejemplo, los factores diversidad de flora y fauna (DFLOR y DFAU) los cuales guardan estrecha relación, pues al haber mayor diversidad de flora mayor alimento para la fauna. La presencia de especies con estatus de protección (SPRO) ocurre sobre el SA para especies de flora y fauna. De acuerdo a reportes de literatura hay especies endémicas con distribución potencial en el SA y se reportan cuatro especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo estatus de conservación; 16 especies de fauna muestran algún estatus de protección, dos especies de aves (3.39% respecto al total de especies de aves), una especie de mamíferos (10%) y 13 especies más de reptiles.

La CVV presenta un valor bajo de ponderación debido a que en la mayor parte del AI se presenta una CVV de clase media, lo cual es resultado de un complejo balance entre elementos que suman y restan, belleza y capacidad de absorción; únicamente se presentan valores altos en las serranías, donde las actividades humanas disminuyen permitiendo hasta cierto grado su conservación. Por último, los factores con menor valor de ponderación corresponden a los relacionados con la hidrología superficial y subterránea, esto en relación a la escasa disponibilidad de humedad.

En el **Cuadro 4.83** se presenta la calidad ambiental promedio para cada sistema de referencia, los cuales fueron obtenidos con una herramienta de estadística zonal en un SIG. Los tres resultados caen dentro del rango 1.5 a 2.5 que corresponde a una calidad ambiental de clase media.



Cuadro 4.83. Calidad ambiental promedio para Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área de Proyecto.

SISTEMA DE REFERENCIA	CALIDAD AMBIENTAL PROMEDIO
AI	1.9751
AP	2.2108
SA	1.7888

En el siguiente **Cuadro 4.84**, se presenta la distribución para el SA, AI y AP. En el SA el 90.76% de la superficie presenta una calidad ambiental de clase media, el 8.02% de la superficie corresponde a una clase baja, y porcentajes inferiores a la unidad presentan clases muy baja y alta. Para el AI cerca del 100 % de la superficie corresponde a calidad ambiental de clase media, lo mismo ocurre para el AP.

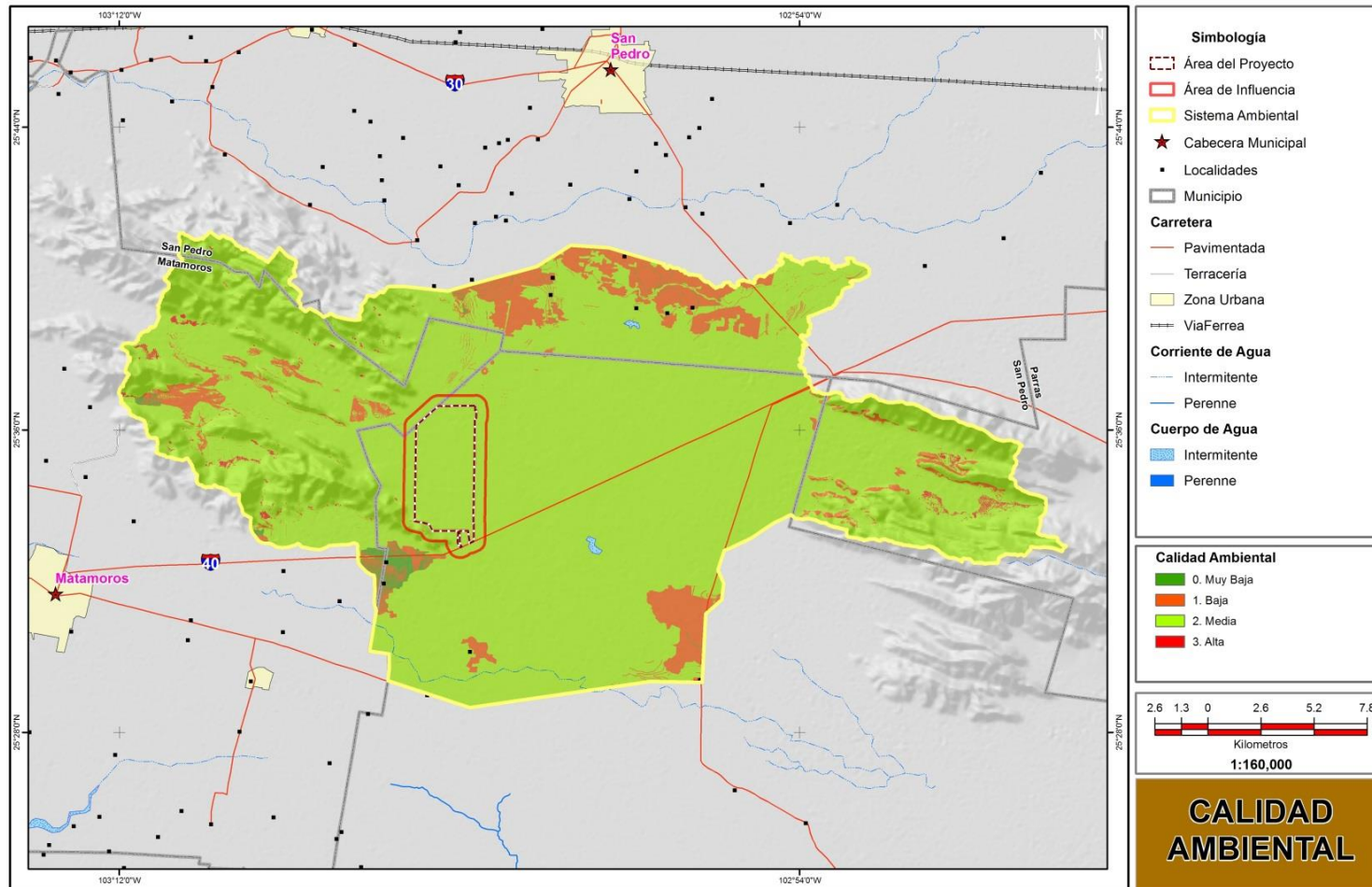
En la **Figura 4.23**, se puede apreciar la calidad ambiental para los tres sistemas de referencia: SA, AI y AP.



Cuadro 4.84. Distribución de la Calidad Ambiental por Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto.

CLASE	INTERVALOS	SUPERFICIE	
		(ha)	(%)
SISTEMA AMBIENTAL			
Muy baja	< 0.5	408.9974	0.74%
Baja	0.51 - 1.5	4,411.5975	8.02%
Media	1.51 - 2.5	49,928.1167	90.76%
Alta	> 2.51	265.3443	0.48%
Total		55,014.0559	100.00%
ÁREA DE INFLUENCIA			
Muy baja	< 0.5	-	0.00%
Baja	0.51 - 1.5	-	0.00%
Media	1.51 - 2.5	2,532.0649	99.94%
Alta	> 2.51	1.4851	0.06%
Total		2,533.5500	100.00%
ÁREA DEL PROYECTO			
Muy baja	< 0.5	-	0.00%
Baja	0.51 - 1.5	-	0.00%
Media	1.51 - 2.5	1,534.3275	100.00%
Alta	> 2.51	0.0225	0.00%
Total		1,534.3500	100.00%

Figura 4.23. Calidad ambiental en el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto Villanueva Solar.



EGP.EEC.K.26.MX.P.92089.00.004.00

IV.3.1.6 Zonas relevantes

Utilizando las herramientas de un SIG, se realizó una extracción de estadística zonal de los valores de calidad ambiental para cada tipo de uso de suelo y vegetación presentes en el SA, AI y AP, los resultados se presentan en el **Cuadro 4.85**. La mayoría de la vegetación, que pertenece principalmente a matorrales con diferentes asociaciones, ofrece poca riqueza y diversidad vegetal, sin embargo, las condiciones climáticas han ocasionado que la poca vegetación presente adaptaciones ecológicas, situación que incrementa la calidad ambiental de la región. La calidad ambiental baja se presenta principalmente sobre lugares con alta influencia antrópica como las áreas agrícolas y sobre los eriales; en los cuerpos de agua, que son escasos y poco comunes se presenta una calidad ambiental alta, debido a que la disponibilidad de agua representa una fuente de vida para la vegetación y fauna silvestre. Para el AI y AP donde se presentan asociaciones entre matorrales y vegetación de desiertos arenosos la calidad ambiental es de clase media.

Cuadro 4.85. Calidad ambiental por uso de suelo y vegetación para el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto.

USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN	CALIDAD AMBIENTAL MEDIA	CLASE
SISTEMA AMBIENTAL		
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL	0.7573	Baja
AGRICULTURA DE TEMPORAL NOMADA	0.8672	Baja
AGRICULTURA DE TEMPORAL PERMANENTE ANUAL	0.7557	Baja
CRASI-ROSULIFOLIOS ESPINOSOS_MATORRAL SUBINERME	2.0473	Media
CRASI-ROSULIFOLIOS ESPINOSOS_MATORRAL SUBINERME_NOPALERA	2.0713	Media
CUERPO DE AGUA ESTACIONAL	1.6439	Media
CUERPO DE AGUA PERMANENTE	2.5413	Alta
ERIALES	1.4948	Baja
MATORRAL ESPINOSO	1.7101	Media
MATORRAL ESPINOSO_ VEGETACIÓN HALÓFITA	1.7120	Media
MATORRAL ESPINOSO_PASTIZAL NATURAL	1.4162	Baja
MATORRAL INERME	1.8328	Media



USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN	CALIDAD AMBIENTAL MEDIA	CLASE
SISTEMA AMBIENTAL		
MATORRAL INERME_NOPALERA	1.8085	Media
MATORRAL INERME_CRASI-ROSULIFOLIOS ESPINOSOS	1.6588	Media
MATORRAL INERME_PASTIZAL NATURAL	1.8690	Media
MATORRAL INERME_VEGETACIÓN HALÓFITA	1.8290	Media
MATORRAL SUBINERME	1.9844	Media
MATORRAL SUBINERME_NOPALERA	1.6323	Media
MATORRAL SUBINERME_PASTIZAL NATURAL	2.0695	Media
MATORRAL SUBINERME_VEGETACIÓN HALÓFITA	2.0083	Media
PASTIZAL NATURAL	2.2591	Media
VEGETACIÓN HALÓFITA	1.5799	Media
VEGETACIÓN SECUNDARIA_MATORRAL ESPINOSO	1.4020	Baja
VEGETACIÓN SECUNDARIA_MATORRAL SUBINERME	1.2048	Baja
VEGETACIÓN DE DESIERTO ARENOSO_MATORRAL ESPINOSO	2.2719	Media
VEGETACIÓN DE DESIERTO ARENOSO_MATORRAL SUBINERME_VEGETACIÓN HALÓFITA	2.2421	Media
VEGETACIÓN DE DESIERTO ARENOSO_VEGETACIÓN HALÓFITA	2.2963	Media
VEGETACIÓN DE DESIERTO ARENOSOS_VEGETACIÓN HALÓFITA_MATORRAL SUBINERME	2.2496	Media
VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS_MATORRAL INERME	2.2368	Media
VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS_MATORRAL SUBINERME_VEGETACIÓN HALÓFITA_NOPALERA	2.2113	Media
ÁREA DE INFLUENCIA		
CRASI-ROSULIFOLIOS ESPINOSOS_MATORRAL SUBINERME_NOPALERA	2.0645	Media
MATORRAL ESPINOSO	1.6829	Media
MATORRAL SUBINERME	1.9128	Media
VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS_MATORRAL INERME	2.2403	Media
ÁREA DEL PROYECTO		
CRASI-ROSULIFOLIOS ESPINOSOS_MATORRAL SUBINERME_NOPALERA	2.1760	Media
VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS_MATORRAL INERME	2.2456	Media

CONTENIDO

V IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES _____ 3

V.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales----- 4

V.1.1. Identificación de impactos ----- 4

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 5.1. Lista de verificación de las actividades por etapa del Proyecto-----5

Cuadro 5.2. Indicadores ambientales propensos a ser afectados por la implementación del Proyecto. ----- 7

Cuadro 5.3. Matriz de cribado de la identificación de impactos por el desarrollo del Proyecto- 10

Cuadro 5.4. Impactos identificados por factor ambiental del Proyecto ----- 12

Cuadro 5.5. Matriz de cribado de la identificación de impactos por el desarrollo del Proyecto- 16

Cuadro 5.6. Número de impactos ambientales adversos por categoría del índice de Significancia, por etapa del Proyecto. ----- 19

Cuadro 5.7. Descripción de los impactos generados ----- 21



ANEXOS CITADOS EN EL PRESENTE CAPÍTULO

Anexo 5.1. Metodología para la identificación, evaluación y descripción de los impactos ambientales asociados por la implementación del Proyecto.



V IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La implementación del "Proyecto Villanueva Solar" (en lo sucesivo referido como "el Proyecto"), a ubicarse en el municipio de Viesca, Coahuila de Zaragoza, México, generará cambios por la realización de las distintas actividades particulares del mismo. Estos cambios podrían conducir a modificaciones en la calidad del entorno natural (componentes abiótico y biótico). Teniendo como punto de inicio el estado actual del sitio donde se pretende implementar el Proyecto, en este capítulo se identifican, evalúan y describen los impactos ambientales, que se podrían ocasionar en las etapas del mismo: preparación del sitio, construcción, operación y abandono del sitio.

El objetivo principal de la evaluación del impacto ambiental es estimar los efectos negativos sobre el ambiente y que pudieran causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones en las disposiciones aplicables y a su vez proponer, con base a esta estimación, las medidas más adecuadas a implementar para llevar a niveles aceptables los impactos derivados de acciones humanas y proteger la calidad del ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos.

En este contexto, la evaluación permite anticipar los futuros impactos negativos y positivos de acciones humanas, buscando incrementar los beneficios y disminuir las alteraciones humanas no deseadas. Para ello, es necesario asegurar que las variables ambientales de interés se identifiquen desde el inicio y se protejan a través de decisiones pertinentes, haciéndolas compatibles con las políticas y regulaciones ambientales establecidas, con la finalidad de proteger el entorno.

Dentro del proceso de evaluación del impacto ambiental, la etapa del pronóstico y análisis de impactos ambientales, se realiza con el fin de revisar la significancia de los impactos, poniendo especial atención en aquellos que presentan un nivel crítico o irreversible. Esta etapa permite reconocer los impactos directos, indirectos, acumulativos y los riesgos inducidos sobre los componentes ambientales. Para ello, se utilizan variables



ambientales representativas que permitan identificar impactos y sus umbrales de aceptación, así como las medidas de mitigación y seguimiento.

Por lo anterior, la evaluación es necesaria para describir la acción generadora de los impactos, predecir la naturaleza y magnitud de los efectos ambientales, interpretar los resultados y prevenir los efectos adversos sobre el ambiente, haciéndolas compatibles con las políticas y regulaciones ambientales establecidas, con la finalidad de proteger el entorno.

Para este Proyecto, la evaluación de los impactos ambientales se realiza de manera cualitativa y cuantitativa. La información obtenida es empleada para proponer una matriz de interacciones con el propósito de indicar las relaciones causa-efecto, en donde, se identificaron las principales interacciones de las actividades del Proyecto con el entorno ambiental (previamente descrito).

Como se describió en el Capítulo II, el presente Proyecto consiste en la construcción, operación y mantenimiento de un Parque Solar que transformará la energía procedente de la radiación solar a energía eléctrica, al incidir sobre una serie de módulos o paneles solares instalados sobre estructuras fijas de metal en el terreno, a este conjunto de módulos se le denomina generadores o paneles fotovoltaicos. De ahí la corriente continua producida en el generador fotovoltaico se convierte en corriente alterna mediante inversores. En total se comprende la instalación de aproximadamente 1,334,640 paneles solares.

V.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

La metodología que se utilizó para la identificación, evaluación y descripción de los impactos ambientales asociados por la implementación del Proyecto (Bojórquez-Tapia, 1998; Canter, 1998), se presenta en el **Anexo 5.1**.

V.1.1. Identificación de impactos

Los impactos ambientales que podrían generarse por la implementación del Proyecto, se identificaron mediante un análisis multidisciplinario, para identificar y conocer los impactos



de cada una de las actividades sobre los factores ambientales, iniciando con la lista de verificación de las actividades del Proyecto.

V.1.1.1. Lista de verificación

A través de la lista de verificación¹, se identifican y describen las acciones asociadas con el Proyecto durante sus diferentes etapas de desarrollo, cuya ejecución pudieran ser generadoras de los impactos ambientales.

En el **Cuadro 5.1**, se presenta la lista de verificación propuesta para el Proyecto, que incluye las actividades que pudieran provocar algún impacto, agrupadas por etapa del Proyecto. Cabe aclarar que algunas de las actividades que se realizarán en cada etapa no son consideradas en este listado pues si bien son actividades que forman parte del Proyecto, para los fines de evaluación de impactos se consideran como medidas de mitigación y serán retomadas y descritas a detalle en el Capítulo VI del presente estudio.

Cuadro 5.1. Lista de verificación de las actividades por etapa del Proyecto

Etapas	Actividades
Preparación del sitio	Delimitación del sitio del Proyecto
	Ejecución de actividades de protección y conservación de flora y fauna silvestre protegidas y de interés biológico
	Desmonte y despalme
	Conformación de caminos temporales de acceso e Instalación de infraestructura provisional (campamentos temporales, cerco perimetral temporal, talleres, etc.)
Construcción	Ampliación, rehabilitación y construcción de camino de acceso, construcción de áreas perimetrales e internas para maniobras de vehículos y maquinaria
	Excavación, compactación y/o nivelaciones (movimiento de tierras), Excavación de zanjas para red subterránea (media y baja tensión) y Construcción de sistemas de drenaje
	Instalación de cerca perimetral permanente

¹ La **lista de verificación o de chequeo**, es un listado de cada una de las actividades contempladas en el Proyecto, así como de los indicadores ambientales identificados, de acuerdo al posible impacto y posible efecto identificado, además de su valoración por la implementación del Proyecto. Dicha lista puede variar de acuerdo al tipo de Proyecto.



Etapas	Actividades
	Instalación de módulos fotovoltaicos (estructuras de soporte, tendido de cable de red subterránea de media y baja tensión, relleno de zanjas, nivelación) e instalación de cabinas de las unidades de conversión
	Construcción de la subestación eléctrica, edificio técnico-administrativo y otras obras civiles
	Desmantelamiento de obras provisionales
	Pruebas y energización
Operación-mantenimiento	Operación de paneles solares y subestación eléctrica
	Mantenimiento a paneles solares
	Mantenimiento a camino de acceso y áreas de maniobra de maquinaria y equipo
Abandono del sitio	Desmantelamiento de equipos
	Limpieza del sitio
	Restauración del sitio

V.1.1.2. Selección de indicadores ambientales de impacto

Los factores ambientales son todos los elementos del ambiente susceptibles de recibir impactos, considerando la complejidad del ambiente y su carácter de sistema. Fueron seleccionados los considerados como relevantes, medibles y que ofrecen información del estado y funcionamiento del ambiente. En el caso de los indicadores de impacto², permiten evaluar de manera puntual la dimensión de las alteraciones por el establecimiento de un proyecto y/o desarrollo de una actividad, así como su integración al ambiente, de tal forma que el impacto de un proyecto se concreta en un valor que dimensiona la desviación de éste.

Para ser de utilidad, los indicadores también cumplen con criterios (representatividad, relevancia, excluyentes y de fácil identificación) que proporcionan información para establecer un comparativo del antes y del después de la ejecución del proyecto, pudiendo dimensionar los impactos producidos.

²La definición de **indicador de impacto** es: "un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio" (Gómez Orea, 1999).



Los indicadores ambientales de impacto están relacionados con componentes y factores ambientales susceptibles de ser afectados por la ejecución del Proyecto, tomando en consideración la información obtenida en campo y la de fuentes bibliográficas. En el **Cuadro 5.2** se presentan los factores e indicadores ambientales que pudieran recibir algún impacto ambiental por el desarrollo del Proyecto. Es importante mencionar que como se describió en la caracterización ambiental (Capítulo IV), el sitio donde se implementará el Proyecto es prácticamente una planicie con pendientes menores al 10% por lo que las actividades de nivelación del terreno se considera no afectarán sobre los componentes ambientales rocas ni relieve, pues el terreno debe ofrecer una superficie nivelada para la instalación de los paneles fotovoltaicos y el máximo aprovechamiento de la energía solar, por esta razón no son incluidos indicadores ambientales sobre los cuales se ha identificado que no habrá impactos.

Cuadro 5.2. Indicadores ambientales propensos a ser afectados por la implementación del Proyecto.

Componente ambiental	Factor ambiental	Indicador ambiental
Abiótico	Aire	Emisiones a la atmósfera (CO ₂ , NO _x , SO _x , etc.)
		Polvos (partículas suspendidas asociadas)
		Nivel de ruido y vibraciones
	Suelo	Cambio de uso de suelo
		Erosión (eólica e hídrica)
		Modificación de las características físicas y químicas del suelo
		Susceptibilidad a la contaminación de suelo
	Agua	Modificación a coeficientes de infiltración
		Susceptibilidad a la contaminación de cuerpos de agua superficiales
		Consumo del recurso agua
Biótico	Vegetación	Pérdida de la cobertura vegetal (reducción)

Componente ambiental	Factor ambiental	Indicador ambiental
	Fauna	Diversidad de especies vegetales listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y aquellas de interés biológico
		Fragmentación del hábitat
		Diversidad de especies de vertebrados listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y aquellas de interés biológico
		Desplazamiento de especies
Perceptual	Paisaje	Visibilidad
		Calidad paisajística
		Fragilidad visual
Social	Socioeconómico	Empleo
		Sector productivo (consumo de bienes y servicios)

V.1.1.3. Matriz de cribado de identificación de impactos

Una vez realizada la lista de verificación de actividades derivadas del Proyecto, así como la identificación de los componentes, factores e indicadores ambientales susceptibles de afectación, se procedió a identificar de manera preliminar los impactos mediante la construcción de una matriz de Leopold (**Cuadro 5.3**).

La matriz de identificación³ presenta columnas que muestran las actividades del Proyecto por etapas y filas con los componentes, factores e indicadores ambientales. Esta matriz nos servirá sólo para identificar los impactos y su origen, sin proporcionarles un valor, permitiendo estimar la importancia y magnitud de los impactos, por lo que cuando se espera que una acción provoque un cambio en un factor ambiental, se registrará en la intersección correspondiente para el Proyecto, y se señalan resaltados en color gris (con un valor de -1, en la matriz presentada en el **Anexo 5.1**), las interacciones potenciales de provocar impactos

³ La **matriz de identificación** muestra la identificación de impactos mediante la interacción, la cual enfatiza los rasgos característicos. Esta metodología establece la relación causa y efecto, de acuerdo con las características particulares del Proyecto.



negativos y en color verde (con un valor de +1, en la matriz presentada en el **Anexo 5.1**), las interacciones potenciales de provocar impactos benéficos. En el caso de aquellas casillas que no presentan interacción, se debe entender que esa estructura o actividad no generó algún impacto en el indicador ambiental respectivo.

Cabe mencionar que la elaboración de la matriz considera la aplicación de algunas de las medidas de mitigación propuestas y que serán descritas en el Capítulo VI. Es por ello que se presentan impactos positivos o benéficos en su evaluación, ya que estas actividades también son generadoras de acciones sobre el ambiente, por ejemplo el rescate de individuos de flora y fauna que mediante la implementación de acciones de protección y conservación se llega a mitigar el impacto provocado por las actividades de preparación del sitio. Así como también considerando aquellos impactos que se verán compensados por las actividades que se ejecutarán una vez la vida útil del Proyecto haya llegado a su fin.

Como puede observarse en el **Cuadro 5.3**, se identificaron un total de 125 impactos ambientales, de los cuales 60 son adversos y 65 son benéficos. En el cuadro se observa que la etapa de construcción es la que presenta la mayor cantidad de impactos adversos (30), seguida la etapa de preparación del sitio con 26 impactos; para la etapa de operación y mantenimiento, se tuvieron 9 impactos, uno adverso y 8 benéficos; y 29 impactos para la etapa de abandono del sitio, 3 adversos y 23 benéficos.



Cuadro 5.3. Matriz de cribado de la identificación de impactos por el desarrollo del Proyecto

Actividades: a. Delimitación del sitio del Proyecto; b. Ejecución de actividades de protección y conservación de flora y fauna silvestre protegidas y de interés biológico; c. Desmonte y despalme; d. Conformación de caminos temporales de acceso, instalación de infraestructura provisional (campamentos temporales, cerco perimetral temporal, talleres, etc.); e. Ampliación, rehabilitación y construcción de camino de acceso, construcción de áreas perimetrales e internas para maniobras de vehículos y maquinaria; f. Excavación, compactación y/o nivelaciones (movimiento de tierras), excavación de zanjas para red subterránea (media y baja tensión) y Construcción de sistemas de drenaje; g. Instalación de cerca perimetral permanente; h. Instalación de módulos fotovoltaicos (estructuras de soporte, tendido de cable de red subterránea de media y baja tensión, relleno de zanjas, nivelación) e instalación de cabinas de las unidades de conversión; i. Construcción de la subestación eléctrica, edificio técnico-administrativo y otras obras civiles; j. Desmantelamiento de obras provisionales; k. Pruebas y energización; l. Operación de paneles solares y subestación; m. Mantenimiento a paneles solares; n. Mantenimiento a camino de acceso, áreas de maniobras y obras de drenaje; ñ. Desmantelamiento de equipos; o. Limpieza del sitio; p. Restauración del sitio.

Componente ambiental	Factor ambiental	Indicador ambiental	Preparación del Sitio				Construcción						Operación y Mantenimiento			Abandono del Sitio			
			a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	ñ	o	P
Abiótico	Aire	Emisiones a la atmósfera (CO ₂ , NOx, SOx, etc.)																	
		Polvos (partículas suspendidas asociadas)																	
		Nivel de ruido y vibraciones																	
	Suelo	Cambio de uso de suelo																	
		Erosión (eólica e hídrica)																	
		Modificación de las características físicas (estructura, permeabilidad, granulometría y/o tipo de suelo) y químicas (pH, nutrientes, microorganismos, ausencia de contaminantes)																	
		Susceptibilidad a la contaminación																	
	Agua	Modificación a coeficientes de infiltración																	
		Susceptibilidad a la contaminación de cuerpos de agua superficiales (bordos y escorrentías intermitentes)																	
		Consumo del recurso agua																	
Biótico	Vegetación																		

Actividades: a. Delimitación del sitio del Proyecto; b. Ejecución de actividades de protección y conservación de flora y fauna silvestre protegidas y de interés biológico; c. Desmonte y despalme; d. Conformación de caminos temporales de acceso, Instalación de infraestructura provisional (campamentos temporales, cerco perimetral temporal, talleres, etc.); e. Ampliación, rehabilitación y construcción de camino de acceso, construcción de áreas perimetrales e internas para maniobras de vehículos y maquinaria; f. Excavación, compactación y/o nivelaciones (movimiento de tierras), excavación de zanjas para red subterránea (media y baja tensión) y Construcción de sistemas de drenaje; g. Instalación de cerca perimetral permanente; h. Instalación de módulos fotovoltaicos (estructuras de soporte, tendido de cable de red subterránea de media y baja tensión, relleno de zanjas, nivelación) e instalación de cabinas de las unidades de conversión; i. Construcción de la subestación eléctrica, edificio técnico-administrativo y otras obras civiles; j. Desmantelamiento de obras provisionales; k. Pruebas y energización; l. Operación de paneles solares y subestación; m. Mantenimiento a paneles solares; n. Mantenimiento a camino de acceso, áreas de maniobras y obras de drenaje; ñ. Desmantelamiento de equipos; o. Limpieza del sitio; p. Restauración del sitio.

Componente ambiental	Factor ambiental	Indicador ambiental	Preparación del Sitio				Construcción						Operación y Mantenimiento			Abandono del Sitio			
			a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	ñ	o	P
	Fauna	Diversidad de especies vegetales listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y aquellas de interés biológico																	
		Fragmentación del hábitat																	
		Diversidad de especies de vertebrados listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y aquellas de interés biológico																	
		Desplazamiento de especies																	
Perceptual	Paisaje	Visibilidad																	
		Calidad paisajística																	
		Fragilidad visual																	
Social	Socioeconómico	Empleo																	
		Sector productivo (consumo de bienes y servicios)																	
N° total de Impactos Ambientales detectados			125																
Impactos adversos			60																
Impactos benéficos			65																

En el **Cuadro 5.4**, se presentan los impactos ambientales identificados por factor ambiental. Los factores ambientales con mayor número de impactos adversos es aire con 25 impactos, seguido por el factor suelo con 10 impactos, paisaje que presenta 9 impactos adversos y el factor agua con 8 impactos; los factores fauna y vegetación presentan 6 y 2 impactos adversos respectivamente. Por otro lado el factor ambiental con mayor número de impactos benéficos es el factor social (29), siendo este factor el único que no presentará impactos adversos, pues en el sitio del Proyecto no existen poblaciones ni localidades que pudieran verse afectadas por la implementación del mismo y sin embargo, las poblaciones aledañas si se verán beneficiadas por la generación de empleos y el consumo de bienes y servicios.

Cuadro 5.4. Impactos identificados por factor ambiental del Proyecto

Factor ambiental	Impactos adversos	Impactos benéficos	TOTAL
Aire	25	3	28
Suelo	10	9	19
Agua	8	2	10
Vegetación	2	7	9
Fauna	6	11	17
Paisaje	9	4	13
Social	0	29	29
Totales	60	65	125

V.1.2. Evaluación de impactos

Con la aplicación de la metodología para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que ocasionará el desarrollo del Proyecto, se garantiza en gran medida estimar la dimensión real de los impactos provocados por la ejecución del Proyecto, determinando las afectaciones y modificaciones que presentarán sobre los componentes, factores e indicadores ambientales. Se consideran criterios como la magnitud, extensión y la duración del impacto, aunado a este análisis, se incluyen criterios complementarios como la



sinergia, acumulación y controversia, que en conjunto permiten obtener la información necesaria para tener una aproximación real del impacto ocasionado, además de reducir la subjetividad en la detección y valoración de los impactos ambientales, directos, indirectos, acumulativos, sinérgicos y residuales producidos por el Proyecto. Por estas razones, la metodología seleccionada para la identificación y evaluación de impactos queda plenamente justificada.

V.1.3. Elección de criterios de valoración de impactos

Para la elección de los criterios de valorización de impactos, se utilizaron tres criterios Básicos y cuatro Complementarios. La clasificación y definición de los criterios Básicos, y Complementarios, así como la escala utilizada para su clasificación se presentan en el **Anexo 5.1**.

Se evaluó el alcance, la incidencia y significancia (en términos de la destacabilidad que tiene el impacto en el contexto general de los impactos en este Proyecto) de cada uno de los impactos identificados y establecidos en la Matriz anteriormente presentada, para asegurar la sustentabilidad del Proyecto. Ambos criterios (Básicos y Complementarios) fueron evaluados bajo una escala ordinal correspondiente a expresiones relacionadas con el efecto que tiene una actividad sobre los indicadores ambientales seleccionados para cada uno de los componentes del medio. Los valores asignados a cada uno de los atributos mencionados se obtienen con base en la escala que rige a los criterios.

V.1.3.1. Elaboración de la Matriz de Cribado de Categorías del Índice de Significancia de impactos

Se elaboró obteniendo los índices de los criterios *Básicos* y *Complementarios*, mediante la metodología propuesta por Bojórquez-Tapia *et al.* (1998) de los impactos identificados para facilitar y sistematizar la identificación de los mismos. La evaluación de las interacciones se ha realizado tomando en consideración los indicadores ambientales en los cuales incide el Proyecto. Por otra parte, es importante señalar que el impacto ambiental



está determinado por la modificación del ambiente ocasionado por la acción del hombre. Los impactos ambientales fueron analizados desde dos puntos clave, que son:

- La capacidad de recuperación del medio (resiliencia), entendida como la dificultad o la imposibilidad para retornar a las condiciones previas a la acción que lo modificó; por medio de mecanismos naturales de autorecuperación, o bien con la ayuda del hombre.
- La necesidad de aplicar medidas para atenuar dicho impacto; en este sentido es necesario recordar que la medida aplicada sea directamente proporcional a la gravedad del impacto y que dicha gravedad esté referida por el número de grupos sociales o individuos que se afectará, así como por su extensión.

Los resultados de los índices, por indicador ambiental afectado, son identificados en la Matriz de cribado utilizada para determinar la dimensión de los impactos identificados como adversos (60), y es mostrada a manera de resumen en el **Cuadro 5.5**, mientras en el **Anexo 5.1** muestra el resultado de la evaluación por etapa (Matriz de cribado de categorías del índice de significancia de impactos para la etapa de preparación del sitio, Matriz de cribado de categorías del índice de significancia de impactos para la etapa de construcción, Matriz de cribado de categorías del índice de significancia de impactos para la etapa de operación-mantenimiento y Matriz de cribado de categorías del índice de significancia de impactos para la etapa de abandono del sitio).

La posición de las columnas es ocupada por los criterios (Básicos y Complementarios) considerados para su evaluación (metodología propuesta por Bojórquez-Tapia) (1989 y 1998) y las filas por los factores e indicadores ambientales y las actividades generadoras del impacto. Las relaciones se señalan con casillas resaltadas en color y abreviatura del tipo de impacto.

Además en dicha matriz se muestran los valores del Índice Complementario (SAC_{ij}), cuyo valor se obtuvo de la evaluación de: S_{ij} = Efectos Sinérgicos; A_{ij} = Efectos Acumulativos; C_{ij} = Controversia; el MED_{ij} = Índice del Criterio Básico y el SAC_{ij} = Índice del Criterio Complementario; así como la significancia de cada uno de los impactos detectados por factor





ambiental, donde: I_{ij} = Importancia o Significancia parcial del Impacto; G_{ij} = Significancia Final del Impacto; y T_{ij} = Medida de Mitigación.



Cuadro 5.5. Matriz de cribado de la identificación de impactos por el desarrollo del Proyecto

Actividades: a. Delimitación del sitio del Proyecto; b. Ejecución de actividades de protección y conservación de flora y fauna silvestre protegidas y de interés biológico; c. Desmonte y despalme; d. Conformación de caminos temporales de acceso, Instalación de infraestructura provisional (campamentos temporales, cerco perimetral temporal, talleres, etc.); e. Ampliación, rehabilitación y construcción de camino de acceso, construcción de áreas perimetrales e internas para maniobras de vehículos y maquinaria; f. Excavación, compactación y/o nivelaciones (movimiento de tierras), excavación de zanjas para red subterránea (media y baja tensión) y Construcción de sistemas de drenaje; g. Instalación de cerca perimetral permanente; h. Instalación de módulos fotovoltaicos (estructuras de soporte, tendido de cable de red subterránea de media y baja tensión, relleno de zanjas, nivelación) e instalación de cabinas de las unidades de conversión; i. Construcción de la subestación eléctrica, edificio técnico-administrativo y otras obras civiles; j. Desmantelamiento de obras provisionales; k. Pruebas y energización; l. Operación de paneles solares y subestación; m. Mantenimiento a paneles solares; n. Mantenimiento a camino de acceso, áreas de maniobras y obras de drenaje; ñ. Desmantelamiento de equipos; o. Limpieza del sitio; p. Restauración del sitio.

Componente ambiental	Factor ambiental	Indicador ambiental	Preparación del Sitio				Construcción							Operación y Mantenimiento			Abandono del Sitio			Nivel de Significancia				Impactos adversos Totales	
			a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	ñ	o	p	Bj	Md	A	MA		
Abiótico	Aire	Emisiones a la atmósfera (CO ₂ , NO _x , SO _x , etc.)			Md	Md	A	A	Md	A	Md	Md						A			0	5	4	0	9
		Polvos (partículas suspendidas asociadas)			Md	Md	A	A		A	Md	Md						A			0	4	4	0	8
		Nivel de ruido y vibraciones			Bj	Bj	Md	A		Md	Md	Md						A			2	4	2	0	8
	Suelo	Cambio de uso de suelo			A																0	0	1	0	1
		Erosión (eólica e hídrica)			Md		Md														0	2	0	0	2
		Modificación de las características físicas (estructura, permeabilidad, granulometría y/o tipo de suelo) y químicas (pH, nutrientes, microorganismos, ausencia de contaminantes)			Md			Md													0	2	0	0	2
		Susceptibilidad a la contaminación			Md		Md	Md		Md	Md										0	5	0	0	5
		Modificación a coeficientes de infiltración			A	A	A			A											0	0	4	0	4
		Susceptibilidad a la contaminación de cuerpos de agua superficiales (bordos y escorrentías intermitentes)			Md	Md															0	2	0	0	2
Agua	Consumo del recurso agua				Md										MA					0	1	0	1	2	
Biótico	Vegetación	Pérdida de la cobertura vegetal (reducción)			Md															0	1	0	0	1	
		Diversidad de especies vegetales listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y aquellas de interés biológico			Md																0	1	0	0	1
	Fauna	Fragmentación del hábitat			Md	Md	A																		
		Diversidad de especies de vertebrados listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y aquellas de			Md	Md																			



De los impactos adversos que se identificaron para el Proyecto, 32 impactos son de una significancia moderada, esto corresponde al 53.3% de todos los impactos adversos; 2 impactos (3.3%), tendrán una significancia Baja; 18 impactos (30%) tendrán una significancia Alta y 8 impactos tendrán una significancia Muy alta (13.3%). En el **Cuadro 5.5**, se puede observar que la mayor parte de los impactos ocurrirán sobre el factor ambiental aire y estos serán 13 de significancia Moderada y 10 de significancia Alta, es importante mencionar que estos impactos ocurrirán durante las etapas de Preparación del sitio y Construcción, con la alteración de la calidad del aire debido principalmente a las emisiones de gases producto de la combustión de combustibles fósiles que son usados por los vehículos y maquinaria que se empleará durante estas dos etapas. Dos de los impactos de la etapa de Preparación del sitio serán de significancia Baja para el indicador ambiental de ruido y vibraciones, sin embargo, estos impactos adquirirán mayor significancia durante la etapa de Construcción debido a la cantidad de vehículos que aumentará de forma considerable por las actividades que se tendrán.

En el **Cuadro 5.6**, se presentan los impactos adversos identificados para el Proyecto y categoría de Significancia por etapa. La mayor cantidad de impactos identificados para la categoría de significancia Alta se presentan en la etapa de Construcción (10), así como será en esta etapa en la cual se tendrán la mayor parte de los impactos con una significancia Muy alta, debido a la afectación que se tendrá sobre el paisaje con la instalación de todos los componentes que integran el Proyecto; durante la etapa de Preparación del sitio se tendrán la mayor parte de los impactos con una significancia Moderada (17), y estos impactos serán principalmente por la actividad que se realizará del desmonte y despalme; en la etapa de Operación y mantenimiento se tendrá un impacto con una significancia Muy alta y es sobre el componente agua. El Proyecto en sí se considera que no tendrá impactos adicionales a su instalación y construcción sobre los componentes del medio del ambiente pues el Proyecto en sí es un impacto benéfico para la región y para el país, ya que es la generación de electricidad a partir del aprovechamiento de energía renovable como lo es la energía solar. Sin embargo, para el mantenimiento de los paneles fotovoltaicos se requiere el empleo de agua, por lo que el impacto podría considerarse como significativo para el sitio en donde se tendrá un consumo de recurso, afectando la disponibilidad para otros usos como lo es el



humano u otras actividades propias de la región como lo podría ser la agricultura. Sin embargo, el uso de tecnologías que reducen el consumo de agua para lavado de paneles, disminuye significativamente su consumo. De inicio, se empleará tecnología que reduce consumo de agua tres veces respecto a las tecnologías convencionales. Por otra parte, el volumen anual estimado de consumo (1,335 m³ anuales) por este concepto, no parece representar un consumo significativo.

Durante la etapa de abandono del sitio se tendrán 3 impactos adversos los cuales tendrán una significancia Alta, ya que durante esta etapa se realizará la actividad de desmantelamiento de toda la infraestructura y esto implicará el uso de vehículos, maquinaria y remoción de suelo para la restauración, por lo que el componente ambiental aire se podrá ver afectado mientras se realicen estas actividades, no bien al término de las mismas ya que se esperan impactos que serán benéficos para todo el sitio por su restablecimiento paulatino.

Cuadro 5.6. Número de impactos ambientales adversos por categoría del índice de Significancia, por etapa del Proyecto.

Categoría	Total por etapa				Total por categoría
	Preparación del sitio	Construcción	Operación-mantenimiento	Abandono del sitio	
Baja	2	0	0	0	2
Moderada	17	15	0	0	32
Alta	5	10	0	3	18
Muy alta	2	5	1	0	8
Total	26	30	1	3	60

Con base en los resultados anteriormente expuestos, la etapa de Construcción es la que presenta un mayor número de impactos adversos (30), esta congruencia está dada por la magnitud y la duración de las actividades ejecutadas durante la mencionada etapa (principalmente excavación, nivelación y apertura de áreas para maniobras de vehículos), clasificándose en su mayoría como impactos de significancia Moderada, Alta y algunos Muy alta; mientras que la etapa de Preparación del sitio presenta 26 impactos adversos, siendo la mayoría clasificados como de significancia Moderada, pero dos de ellos con significancia Baja y serán sobre el factor aire en cuanto a la presencia de niveles de ruido y vibraciones, y



esto será por la gran extensión del sitio del Proyecto en donde no se tendrá una concentración del ruido producido por la maquinaria y vehículos empleados durante esta etapa. Para la etapa de Abandono del sitio se presentan 3 impactos adversos, de significancia alta sobre el factor ambiental aire. Como se describió anteriormente, cada impacto será mitigado o compensado, si es que no se cuentan con medidas en primera instancia para su prevención, y dichas medidas y actividades serán descritas a detalle en el Capítulo VI del presente estudio.

V.2. Descripción de impactos

En este apartado se presenta una breve descripción de cada impacto ambiental identificado por la ejecución del Proyecto, lo cual se representa en los Cuadros que a continuación se presentan. La información se organizó en fichas de manera puntual para los factores ambientales. La descripción en las fichas se realiza considerando, la lectura de las Matrices de índices de significancia por: [i] factor ambiental; [ii] indicador ambiental, [iii] etapa en la que se identifica y [v] breve descripción. Las fichas se realizan a través de un análisis sistémico que parte de lo siguiente:

- *Caracterización y Diagnóstico ambiental del sitio del Proyecto y del sistema ambiental;*
- *Análisis detallado de las actividades del Proyecto identificadas como fuente de perturbación en el medio ambiente;*
- *Ejercicio de interacción entre componentes ambientales, las obras y actividades del Proyecto generadoras de impacto;*
- *Identificación y evaluación de los impactos ambientales ocasionados.*



Cuadro 5.7. Descripción de los impactos generados

Factor ambiental		AIRE		
Etapa (s)	Indicador ambiental	Descripción del impacto generado	Categoría de significancia	Atributo del impacto adverso
Preparación del sitio	Emisiones a la atmósfera (CO ₂ , NO _x , SO _x , etc.)	Afectación a la calidad del aire por las emisiones que son producidas por la combustión de la maquinaria, equipo y vehículos automotores utilizados durante las etapas de preparación de sitio.	Moderada	Magnitud mínima con respecto a la afectación sobre el sistema ambiental, la extensión será puntual, de media duración, ligera sinergia y poca acumulación al haber dos actividades que pueden generarlo en esta etapa, es un impacto mitigable a corto plazo con acciones para evitarlo.
	Polvos (partículas suspendidas asociadas)	Afectación a la calidad del aire debido al incremento de polvos producidos por el movimiento y remoción del suelo durante las actividades de desmonte y despalme, durante las cuales se removerán cantidades considerables de suelo superficial como para generar el incremento en las partículas suspendidas o bien por el tránsito de maquinaria y equipo por caminos inmediatos a la zona del Proyecto.	Moderada	Magnitud mínima, extensión puntual, media duración, sinergia ligera y poca acumulación, impacto mitigable a corto plazo pues se cuentan con medidas de prevención y mitigación.
	Nivel de ruido y vibraciones	Los niveles de ruido en el sitio del Proyecto se verán incrementados por la presencia del personal que ejecutará las actividades encaminadas a la protección de flora y fauna silvestre, posteriormente por la circulación de maquinaria, equipo y vehículos utilizados durante las actividades de desmonte y despalme, pues son elementos extraños al paisaje y escenario actual del Proyecto..	Baja	Magnitud mínima, extensión puntual, de media duración, sinergia y acumulación de este impacto es nula, mitigable a corto plazo, se tienen medidas para su atenuación.

Factor ambiental	AIRE			
Etapa (s)	Indicador ambiental	Descripción del impacto generado	Categoría de significancia	Atributo del impacto adverso
Construcción	Emisiones a la atmósfera (CO ₂ , NO _x , SO _x , etc.)	Afectación a la calidad del aire por las emisiones que son producidas por la combustión de los combustibles fósiles de la maquinaria y equipos utilizados en las actividades de construcción de obras de nivelación de terreno, obras de drenaje, cimentación e instalación de los paneles solares, etc.	Alta y Moderada	Magnitud moderada a alta para las actividades en donde el uso de vehículos y maquinaria será intenso, extensión puntual o local pues algunas actividades como la excavación y nivelación del terreno pueden extenderse, de media duración. Ligera sinergia con otros impactos sobre este mismo componente ambiental, acumulación alta pues durante esta etapa varias actividades incidirán sobre este indicador, impacto mitigable a corto plazo, pues se tienen medidas de mitigación y la duración es sólo por el lapso de la actividad.
	Polvos (partículas suspendidas asociadas)	Afectación a la calidad del aire debido al incremento de polvos producidos por la remoción del suelo durante las actividades de construcción, como serán la nivelación del terreno, instalación de infraestructura permanente, acarreo de material y el tránsito de maquinaria y vehículos utilizados para la ejecución de mencionadas actividades.	Alta y moderada	Magnitud moderada a mínima en algunas actividades, la extensión puntual o local, de media duración. Ligera sinergia y acumulación alta porque durante esta etapa habrá varias actividades que pueden generar este impacto, mitigable a corto plazo pues se tienen medidas de prevención y mitigación.
	Nivel de ruido y vibraciones	El ruido será producido en niveles bajos por el uso de maquinaria y equipos, además de la presencia de personal dentro del polígono de estudio.	Alta y moderada	Magnitud mínima, extensión puntual o local, de media duración. No se presentará sinergia pero si acumulación en el impacto por varias actividades, es un impacto mitigable a corto plazo pues se tienen medidas de prevención y mitigación.
Abandono de sitio	Emisiones a la atmósfera (CO ₂ , NO _x , SO _x , etc.)	Afectación a la calidad del aire por emisiones de gases de efecto invernadero producidas por maquinaria, equipo y vehículos automotores que transiten en el lugar y que realicen las actividades de retiro de equipo y limpieza del sitio.	Alta	Magnitud alta, extensión regional y de media duración. Ligera sinergia, acumulación nula, mitigable a corto plazo pues se tienen medidas de mitigación para su atenuación.

Factor ambiental		AIRE		
Etapa (s)	Indicador ambiental	Descripción del impacto generado	Categoría de significancia	Atributo del impacto adverso
	Polvos (partículas suspendidas asociadas)	Afectación a la calidad del aire por polvos que son producidos por el movimiento y remoción del suelo durante las actividades de desmantelamiento de la infraestructura, demoliciones o el tránsito de maquinaria por caminos inmediatos a la zona del Proyecto.	Alta	Magnitud alta, extensión regional y de media duración. Ligera sinergia, acumulación nula, mitigable a corto plazo pues se tienen medidas de mitigación para su atenuación
	Nivel de ruido y vibraciones	El incremento del nivel de ruido que existe en el entorno será producido por la maquinaria, equipo y vehículos automotores que transiten en el lugar y que realicen las actividades de retiro de equipo y limpieza del sitio.	Alta	Magnitud alta, extensión regional y de media duración. No habrá sinergia, acumulación nula, mitigable a corto plazo pues se tienen medidas de mitigación para su atenuación.

Factor ambiental	SUELO			
Etapa (s)	Indicador ambiental	Descripción del Impacto Generado	Categoría de significancia	Atributo del impacto adverso
Preparación del sitio	Cambio de uso de suelo	Diferente uso de suelo al que se presenta antes de la implementación del Proyecto.	Alta	Magnitud alta por la afectación al cambio de uso de suelo con respecto al sistema ambiental, extensión puntual y de media duración. La sinergia es nula, no existirá acumulación, esto es efectos aditivos entre impactos pues sólo la actividad por el cambio en el uso de suelo en todo el sitio del Proyecto lo generará y su controversia será moderada, las medidas para este impacto serán de compensación.
	Erosión (eólica e hídrica)	Incremento en la susceptibilidad a procesos erosivos, tanto eólicos como hídricos, del suelo por la remoción del material superficial y las actividades de compactación por la nivelación del terreno.	Moderada	Magnitud alta, extensión puntual y de media duración. La sinergia será ligera, no habrá efecto aditivo con otra actividad en esta etapa, y se considera un impacto con nula controversia, es un impacto para el cual existen medidas de prevención para evitar la afectación.
	Modificación de las características físicas y químicas del suelo	Debido a la remoción del suelo durante desmonte y despalle algunas de las características del suelo pueden modificarse pues será nivelado el terreno con material diferente al original, cambiando su permeabilidad, componentes estructurales, porosidad, etc.	Moderada	Magnitud alta, extensión puntual y de media duración. La sinergia será ligera pues el impacto de erosión puede favorecer que se altere la composición del suelo al dejarlo expuesto a otros factores, no habrá efecto aditivo con otra actividad en esta etapa, y se considera un impacto con nula controversia, es un impacto para el cual existen medidas de prevención y se tienen también para mitigarlo y evitar la afectación.
	Susceptibilidad a la contaminación	Contaminación del suelo por introducción de sustancias contaminantes como aceites, grasas o lubricantes utilizados en vehículos y/o maquinaria.	Moderada	La magnitud será mínima pues la afectación debido a la actividad será menor, la extensión será puntual, la duración media, tendrá una ligera sinergia por posible combinación con el impacto anterior, no presenta un efecto aditivo entre las actividades para este impacto ya que sólo se puede generar por la misma actividad, podría existir una controversia mínima pues es un impacto que cuen



Factor ambiental		SUELO		
Etapa (s)	Indicador ambiental	Descripción del Impacto Generado	Categoría de significancia	Atributo del impacto adverso
				regulación y es un impacto para el que se tienen medidas de prevención y mitigación para evitarlo o atenuarlo.
Construcción	Erosión (eólica e hídrica)	Se realizarán actividades que incrementarán la susceptibilidad a la erosión del suelo, como es la remoción de la cobertura vegetal y suelo, rehabilitación de caminos y ampliación, apertura de áreas para maniobras de vehículos y maquinaria, lo cual por la acción del viento y el agua puede favorecer la erosión.	Moderada	Magnitud moderada, extensión local, duración media, no es un impacto con sinergia ni acumulación pues sólo será producido por la misma actividad durante toda la etapa, puede existir una ligera controversia a nivel local y es un impacto para el cual se tienen medidas de prevención y mitigación.
	Modificación de las características físicas y químicas del suelo	Alteración de la estructura del suelo, su grado de humedad y compactación por la remoción del material y el uso de maquinaria utilizada para realizar esta actividad. Cambios en las características químicas al ser removido y mezclado el material de suelo superficial que será removido, lo cual puede alterar también la presencia o concentración de elementos considerados como micronutrientes del suelo.	Moderada	Magnitud mínima, extensión puntual, media duración, con ligera sinergia si se llega a presentar con el impacto de alteración del suelo en sus características, no existirá acumulación por actividades diferentes sobre este indicador y puede presentar una ligera controversia a nivel local. Es un impacto para el que se tienen medidas de prevención y mitigación.
	Susceptibilidad a la contaminación	Para la ejecución de las actividades será necesario la entrada de materiales y sustancias, mismas que generarán residuos (peligrosos, especiales, sólidos urbanos, etc.) que al no ser manejados y clasificados adecuadamente pueden causar deterioro en los suelos y de manera indirecta hacia otros factores ambientales.	Moderada	Magnitud mínima, extensión puntual, con una duración media, no existe sinergia pero puede presentarse acumulación con otras actividades que también pueden producirlo, puede existir una mínima controversia a nivel local y es un impacto para el cual se tienen medidas preventivas y de mitigación.

Factor ambiental	AGUA			
Etapa (s)	Indicador ambiental	Descripción del Impacto Generado	Categoría de significancia	Atributo del impacto adverso
Preparación del sitio	Modificación a coeficientes de infiltración	Alteración de la infiltración de agua pluvial debido a la remoción de suelo y cobertura vegetal, durante la preparación del terreno debido a que quedará sin cobertura vegetal, así como también será compactado.	Alta	Magnitud alta por la afectación de la superficie con respecto al sistema ambiental, extensión local, de duración media. La sinergia será ligera y poca acumulación. Mitigable a mediano plazo, se tienen medidas de mitigación y de compensación.
	Susceptibilidad a la contaminación de cuerpos de agua superficiales	Alteración de la calidad del agua superficial por introducción accidental de contaminantes provenientes de vehículos, equipos o maquinaria, o por presencia de residuos mal manejados y dispuestos.	Moderada	Magnitud mínima, extensión puntual y de media duración; la sinergia es nula y la acumulación poca. Mitigable a mediano plazo pues se tienen medidas para su prevención y mitigación.
	Consumo del recurso	Afectación a la disponibilidad de agua, para otras actividades de relevantes como el consumo humano.	Moderada	Magnitud mínima, extensión puntual y de media duración; la sinergia es nula y no presenta acumulación, se puede presentar con una controversia moderada debido a la preocupación por el consumo del recurso a nivel local y regional. Mitigable a mediano plazo pues se tienen medidas para su compensación.
Construcción	Modificación a de coeficientes de infiltración	Modificación de los coeficientes de infiltración y patrones de escurrimiento debido a las obras de construcción, que nivelarán el terreno y lo compactarán para instalar infraestructura, equipo y áreas de maniobras. Estas obras harán que los escurrimientos que llegaran a presentarse tengan una infiltración diferente en el sitio.	Alta	Magnitud moderada a alta, extensión local y de media duración; la sinergia es ligera y poca acumulación. Mitigable a corto plazo ya que se tienen medidas de mitigación y compensación para este impacto.
Operación-mantenimiento	Consumo de agua	Como parte del mantenimiento de los paneles, es necesario el consumo de agua para el lavado pues pueden acumular residuos de excretas de avifauna o polvo que provocan la disminución de la eficiencia de los mismos, pudiendo afectar de esta manera la disponibilidad del recurso agua en el sitio del Proyecto.	Muy alta	Se empleará tecnología para reducir consumo de agua en lavado de paneles; Sin embargo por ser el recurso agua, se deben considerar factores como la Magnitud moderada, extensión regional por las características del sitio el recurso deberá obtenerse de sitios ubicados incluso fuera del sistema ambiental y de larga duración pues es durante toda la vida del Proyecto; la sinergia y acumulación es nula. Se tienen medic



Factor ambiental	VEGETACIÓN			
Etapa (s)	Indicador ambiental	Descripción del Impacto Generado	Categoría de significancia	Atributo del impacto adverso
Preparación del sitio	Pérdida de la cobertura vegetal (reducción)	Pérdida de la cobertura vegetal que provoca afectación al suelo, favoreciendo los procesos de erosión, alteración de los componentes biológicos del suelo, alteración de los patrones hídricos superficiales en el sitio, fragmentación del hábitat y deterioro en la calidad paisajística del sitio del Proyecto.	Moderada	Magnitud alta, extensión puntual y de media duración; la sinergia es ligera y nula acumulación pues sólo la actividad de desmonte y despalme lo generarán. Mitigable a largo plazo pues se tienen medidas de mitigación y compensación.
	Diversidad de especies vegetales listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y aquellas de interés biológico		Moderada	Magnitud alta, extensión puntual y de media duración; la sinergia es ligera y nula acumulación pues sólo la actividad de desmonte y despalme lo generarán. Mitigable a largo plazo pues se tienen medidas para la prevención, mitigación y compensación.



Factor ambiental		FAUNA		
Etapa (s)	Indicador ambiental	Descripción del Impacto Generado	Categoría de significancia	Atributo del impacto adverso
Preparación del sitio	Fragmentación del hábitat	Impacto generado por la remoción de la vegetación y como consecuencia, la afectación de hábitats (sitios donde anidan y se reproducen las especies encontradas en el lugar). El posible efecto sinérgico de este tipo de Proyectos puede afectar la cadena trófica desde sus eslabones más básicos deteriorando al ecosistema.	Moderada	Magnitud alta, extensión puntual y de media duración; la sinergia es nula y poca acumulación. Mitigable a largo plazo, pues se tienen medidas de mitigación para atenuar el impacto.
	Diversidad de vertebrados listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y aquellas de interés biológico	Pérdida de vertebrados terrestres y desplazamiento de especies por la remoción de zonas de anidación y madrigueras al eliminar la cobertura vegetal o por atropellamiento, así como por la generación de ruido y presencia de elementos que les son extraños (como equipos, maquinaria y personal).	Moderada	Magnitud mínima, extensión puntual y de media duración; la sinergia es ligera y la acumulación es poca. Mitigable a medio plazo, pues se tienen medidas de prevención, mitigación para este impacto.
	Desplazamiento de especies	El uso de maquinaria, equipo y vehículos en el sitio, propiciará que la fauna silvestre se ahuyente y desplace, modificando temporalmente sus hábitos.	Moderada	Magnitud mínima, extensión puntual y de media duración; la sinergia es ligera y la acumulación es nula. Mitigable a mediano plazo pues se tienen medidas de mitigación para este impacto.
Construcción	Fragmentación del hábitat	La instalación de toda la infraestructura, podría causar una separación entre el hábitat de la fauna que habita en el sitio.	Alta	Magnitud alta, extensión local y de media duración; la sinergia es nula y poca acumulación. Mitigable a largo plazo, pues se tienen medidas de mitigación para atenuar el impacto sobre este componente.

Componente ambiental	PAISAJE			
Etapa (s)	Indicador ambiental	Descripción del Impacto Generado	Categoría de significancia	Atributo del impacto adverso
Preparación del sitio	Visibilidad	Las actividades de Preparación del sitio modificarán definitivamente el paisaje en primera instancia por la remoción de la vegetación, dejando espacios abiertos y la remoción de la capa fértil del suelo cambiando de tonalidades el paisaje. Asimismo, por la introducción de agentes externos que no se encontraban originalmente, los cuales no serán fácilmente absorbidos por el entorno. El impacto visual será observado en diferente magnitud en las diferentes zonas, ya que no todas serán modificados en su totalidad, sin embargo el efecto visual será más perceptible.	Muy alta	Magnitud alta, extensión puntual, de media duración; la sinergia es ligera y la acumulación es poca. Mitigable a largo plazo, pues será un impacto por toda la vida útil del Proyecto con algunas medidas de mitigación.
	Calidad paisajística	La afectación a la calidad paisajística y fragilidad visual por la eliminación de la vegetación, trae consigo el incremento de áreas abiertas, lo que las hace más vulnerables a ser vistas desde cualquier punto del observador. Las actividades de Preparación del sitio modificarán definitivamente el paisaje por la introducción de agentes externos que no se encontraban originalmente y sobre todo por la eliminación de la vegetación, la capa fértil del suelo, la movilidad de fauna característica del lugar y la reubicación que se realizará de las especies de lento desplazamiento pues son elementos que componen el paisaje del sitio.	Alta	Magnitud alta, extensión puntual, de media duración; la sinergia es ligera y la acumulación es nula. Mitigable a largo plazo, se tienen medidas de mitigación para atenuar el impacto.
	Fragilidad visual	De acuerdo a lo antes mencionado y a la evaluación realizada, la afectación a la calidad paisajística y fragilidad visual por la eliminación de la vegetación, trae consigo el incremento de áreas abiertas, lo que las hace más vulnerables a ser vistas desde cualquier punto del observador. Las actividades de Preparación del sitio modificarán definitivamente el paisaje por la introducción de agentes externos que no se encontraban originalmente y sobre todo por la eliminación de la vegetación y la capa fértil del suelo, y la movilidad de fauna característica del lugar.	Alta	Magnitud alta, extensión puntual, de media duración; la sinergia es ligera y la acumulación es nula. Mitigable a largo plazo, se tienen medidas de mitigación para atenuar el impacto.

Componente ambiental		PAISAJE		
Etapa (s)	Indicador ambiental	Descripción del Impacto Generado	Categoría de significancia	Atributo del impacto adverso
Construcción	Visibilidad	Modificación del paisaje en primera instancia por la introducción de agentes externos que no se encontraban originalmente, los cuales no serán fácilmente absorbidos por el entorno, además de que serán eliminados los elementos originales que daban la calidad y fragilidad del paisaje en el sitio del Proyecto. El impacto visual será observado en diferente magnitud en las diferentes zonas, ya que no todas serán modificados en su totalidad, sin embargo, el efecto visual será más perceptible.	Muy alta	Magnitud moderada a alta, extensión puntual, duración media. La sinergia es ligera y poca acumulación. Es un impacto mitigable a largo plazo, aunque se tienen medidas de mitigación para atenuarlo.
	Calidad paisajística	Durante esta etapa entrara maquinaria, materiales y personal al sitio, ejecutando diversas actividades que estarán causando deterioro en los factores ambientales como son el suelo, aire, vegetación y fauna contribuyendo a la fragilidad visual y disminuyendo la calidad paisajística que presenta el sitio del Proyecto de manera natural.	Muy alta	Magnitud alta, extensión puntual y de media duración; la sinergia es ligera y la acumulación es nula. Mitigable a mediano plazo.
	Fragilidad visual	Los cambios en los ecosistemas y en el paisaje provocados por actividades de origen humano, tales como la deforestación son reconocidas como las principales causas por las que la regulación climática pudiera estar en riesgo, y sus efectos podrían alterar la integridad y calidad de vida de las poblaciones humanas. En el caso específico de este Proyecto, los efectos conocidos por la deforestación serán: impactos sobre la captura de carbono, retención e infiltración de agua, interacciones climáticas, regulación de ciclos biogeoquímicos, así como disminución de la biodiversidad, los cuales serán evidentes en el área ocupada por el Proyecto.	Muy alta	Magnitud alta, extensión puntual y de media duración; la sinergia es ligera y la acumulación es nula, Mitigable a mediano plazo.

De manera general, el sitio del Proyecto, así como su área de influencia presentan un grado de perturbación por las actividades de agricultura y la presencia de vías de comunicación importantes ya que conectan algunas de las ciudades más importantes del Norte del país, por lo que la construcción y operación del Proyecto pretenden mantener la integridad del ecosistema aun característico, operando bajo esquemas de sustentabilidad (desarrollo social, económico y protección ambiental).

Factores ambientales como el paisaje, la vegetación y la fauna serán afectados por el Proyecto, considerando que la superficie del sitio del Proyecto representa una superficie significativa del sistema ambiental, pero es de notar que existen paisajes similares en el resto del sistema ambiental y alrededores, que existen remanentes de vegetación circundante similar a la del sitio del Proyecto y que la fragmentación de los hábitats de fauna será moderada debido a la baja biodiversidad del sitio; el Proyecto no tendrá mayores afectaciones sobre la superficie del mismo. Por otro lado, el sitio donde se pretende realizar el Proyecto no se localiza cerca de algún Área Natural Protegida Federal ni Estatal. En el sitio del Proyecto, no se encontraron especies endémicas de flora silvestre, ni especies registradas o enlistada bajo alguna categoría de riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010; sólo se cuenta con tres especies de cactáceas consideradas de Lento Crecimiento y Difícil Regeneración (LCDR), el alicoche (*Echinocereus enneacanthus*), el costillón (*Ferocactus hamatacanthus*) y la biznaga dedos largos (*Coryphantha macromeris*). En cuanto a fauna silvestre, se encontraron tres especies, cada una con un estado de conservación según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010: lagartija de dunas (*Uma exsul*), que es una especie en peligro de extinción y endémica, la de mayor relevancia debido a que es una especie característica de las dunas; Lagartija costado manchado (*Uta stansburiana*), especie amenazada; y Aguililla de Swainson (*Buteo swainsoni*), especie en protección especial.

Con referencia a la afectación al Paisaje, es subjetiva, desde un punto de vista, el paisaje será alterado al perturbar la vegetación del sitio y contribuir a los elementos de origen antrópico; desde otro punto de vista, se puede considerar que el Proyecto será un atractivo visual para los espectadores que circulen por la carretera así como para los habitantes de las





localidades adyacentes al despertar curiosidad ante el desarrollo del parque y por la generación de energía eléctrica de manera alternativa. Todo esto puede ser un atractivo a nivel nacional e internacional por la actividad en sí, ya que tiene importancia a nivel mundial al contribuir de manera importante a reducir los efectos del calentamiento global sobre el cambio climático.



CONTENIDO

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	2
VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental	2
VI.2. Impactos residuales	21

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 6.1. Medidas de mitigación propuestas para el Proyecto.	4
--	---



VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

En este capítulo se describen las medidas preventivas y de mitigación o compensación que se relacionan directamente con los impactos ambientales identificados y evaluados en el Capítulo V del presente estudio, y que tienen que ver con las diferentes etapas a ejecutar para el desarrollo del Proyecto "Villanueva Solar" (en adelante "el Proyecto"): preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento y abandono del sitio. Es conocido que toda actividad humana tiene el riesgo de presentar un impacto, el cual puede ser en mayor o menor grado, por lo que el propósito del presente apartado es de identificar y señalar las medidas necesarias para corregir, prevenir, mitigar, controlar y compensar todos aquellos impactos ambientales que serían generados por las actividades Proyecto.

De acuerdo con lo anterior y con base en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, a continuación se definen los tipos de medidas a aplicar para atenuar los efectos de los impactos generados por el desarrollo del Proyecto. Es importante señalar que las medidas propuestas, se presentan de acuerdo a su importancia, siendo las "Preventivas" las medidas más adecuadas para evitar impactos ambientales y las que se deberán de implementar principalmente antes de la ejecución del Proyecto; mientras que las de "Mitigación" pueden disminuir o atenuar impactos ambientales negativos ocasionados por la implementación del Proyecto; y por último, las de "Compensación" promueven la restauración, restitución, reparación, sustitución o reemplazo de los impactos sobre los componentes ambientales afectados. A continuación se definen cada tipo de medida:

- **Medidas de prevención:** Conjunto de acciones que deberán aplicarse previo al desarrollo de actividades del Proyecto para evitar la generación de posibles efectos que propicien el deterioro del ambiente.



- **Medidas de mitigación:** Conjunto de acciones que deberán ejecutarse durante y posterior al desarrollo de las actividades del Proyecto para atenuar los impactos y restablecer las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causará por la realización del Proyecto.
- **Medidas de compensación:** Conjunto de acciones que permiten restituir los efectos de los impactos que no pueden ser prevenidos y/o mitigados, su finalidad es la de restablecer las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación. Por tal razón, la magnitud de estas acciones será equivalente al de la acción que ocasionó el deterioro del ambiente.

Una vez identificados los impactos ambientales que puede provocar el Proyecto, se proponen las medidas necesarias para que sean aplicables en cada etapa.

En el **Cuadro 6.1**, se presenta el listado de las medidas preventivas y de mitigación que se proponen con base en los impactos ambientales identificados que serían producidos por las distintas actividades en el desarrollo del Proyecto. En este Cuadro, se indica el impacto que se pretenden prevenir y/o mitigar, el tipo de medida, su indicador y evidencia de cumplimiento de la aplicación.

Cabe mencionar que en el caso del indicador de cumplimiento cuando se señala una periodicidad de entrega, ésta es para requerimientos de cumplimiento y será evidencia que se integrará como parte de los informes anuales o semestrales que señale la autoridad deberán ser entregados como parte del cumplimiento de los resolutive de Autorización.



Cuadro 6.1. Medidas de mitigación propuestas para el Proyecto.

(P = Preventiva, M = Mitigación y C = Compensación)

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO NEGATIVO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	MEDIDA A IMPLEMENTAR	CLASIFICACIÓN DE LA MEDIDA	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
Todos (aire, suelo, agua, vegetación, fauna, paisaje)	Afectación a los componentes ambientales por incumplimiento con la normatividad ambiental aplicable al Proyecto, así como incumplimiento con las medidas de mitigación, y de los términos y condicionantes establecidos en el Oficio Resolutivo emitido como resultado de la evaluación del presente estudio.	Designar personal técnico encargado de supervisar el cumplimiento ambiental durante las diferentes etapas de desarrollo del Proyecto.	P	Porcentaje de medidas cumplidas con respecto al total de medidas para cada etapa del Proyecto	Nombramiento del personal supervisor asignado; Bitácoras mensuales de ejecución de medidas de prevención y mitigación.
		Elaborar y ejecutar un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) y un Programa de Gestión Ambiental, que incluya de forma sistematizada y calendarizada la implementación, ejecución, evaluación y análisis sistemático de todas las medidas de control, prevención y mitigación propuestas y las que establezca la autoridad, así como el monitoreo de los indicadores ambientales con los que se valoren las mismas.	P y M		Informe Semestral de Cumplimiento de Términos y Condicionantes.

(P = Preventiva, M = Mitigación y C = Compensación)

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO NEGATIVO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	MEDIDA A IMPLEMENTAR	CLASIFICACIÓN DE LA MEDIDA	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
		Colocar señalización preventiva, restrictiva, informativa o prohibitiva, en la que se informe adecuadamente al personal y a los pobladores del lugar sobre los trabajos que se realizan. Durante todas las etapas del Proyecto, los trabajadores deberán utilizar/vestir su equipo de seguridad en todo momento, de acuerdo a los riesgos existentes en las actividades que realicen, en apego a la normatividad aplicable.	P	Letreros colocados tanto en el área del Proyecto, como en zonas aledañas donde se informe o prohíba el acceso por las labores que se encuentran realizando en el lugar.	Evidencia de colocación de señalizaciones; Registro fotográfico.
		Prohibir la realización de fogatas y quema de cualquier tipo de material o residuo en el sitio del Proyecto y áreas aledañas o sitios con vegetación forestal; así como utilizar fuentes de ignición (cerillos, encendedores) donde haya residuos peligrosos.	P	Cero evidencia de fogatas en todo el sitio del Proyecto, señales de prohibición en todo el sitio del Proyecto.	Informe Semestral de Cumplimiento de Términos y Condicionantes; Formato de incumplimientos; Registro fotográfico.
Aire y Fauna	Afectación a la calidad del aire por las emisiones de gases de efecto invernadero (CO ₂ , NO _x , SO _x , etc.) que son producidas por el uso de combustibles fósiles en la	Establecer velocidades máximas para la circulación de vehículos dentro del predio del Proyecto (i.e. velocidad máxima 30 km/h).	P y M	Letreros colocados tanto en el predio del Proyecto, como en sus caminos de acceso y colindancias, donde se establezcan límites de velocidad.	Evidencia de colocación de señalizaciones; Informe Semestral de Cumplimiento de Términos y Condicionantes; Registro



(P = Preventiva, M = Mitigación y C = Compensación)

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO NEGATIVO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	MEDIDA A IMPLEMENTAR	CLASIFICACIÓN DE LA MEDIDA	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
	maquinaria, equipo y vehículos automotores y por las partículas de polvo que se incrementarán por el movimiento de suelo y tierra. Incremento en los niveles de ruido y vibraciones por la presencia de la maquinaria y vehículos. Afectación a la fauna por la presencia de elementos extraños y el incremento de emisiones, de ruido y de las actividades humanas.	Durante las actividades de desmonte y despalle, excavaciones, nivelaciones, compactaciones, ampliación de caminos y acondicionamiento de las áreas de maniobras, se pondrán en práctica métodos de control de polvo y partículas, como el riego o aplicación de supresores de polvos; en áreas con materiales almacenados en pila y expuestos en campo abierto también se realizarán acciones para evitar la dispersión de los polvos por el viento. No se excederá la altura de las cajas de los vehículos o maquinaria utilizados, y éstos serán cubiertos con lonas y la carga humedecida.	P y M	Elaboración de Bitácora de riego o aplicación de supresores de polvo, con todos los elementos solicitados en el formato. Uso de camiones con cubierta para todo el transporte de material que pudiera generar polvos.	Bitácoras de riego o de aplicación de supresores de polvos; Informe Semestral de Cumplimiento de Términos y Condicionantes; Registro fotográfico.
		Realizar riego diario o aplicación periódica de supresores de polvos sobre los caminos de acceso (pavimentados y no pavimentados) al Proyecto en todas las etapas, así como en caminos de tránsito vehicular circundantes al sitio del Proyecto.	P y M	Elaboración de Bitácora de riego o aplicación de supresores de polvo, con todos los elementos solicitados en el formato.	Bitácoras de riego; Informe Semestral de Cumplimiento de Términos y Condicionantes; Registro fotográfico.



(P = Preventiva, M = Mitigación y C = Compensación)

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO NEGATIVO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	MEDIDA A IMPLEMENTAR	CLASIFICACIÓN DE LA MEDIDA	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
		La maquinaria, equipo y vehículos automotores que se empleen en el Proyecto durante su preparación, construcción, operación y mantenimiento y en las actividades de abandono, deberán cumplir con un programa de mantenimiento (preventivo) y de verificación, de acuerdo con las especificaciones del fabricante de vehículo y la normatividad establecida, para evitar el consumo excesivo de combustible y emisiones a la atmósfera.	P	Porcentaje de Bitácoras de mantenimiento preventivo de vehículos en relación al número de vehículos utilizados en cada una de las etapas.	Programa permanente de Mantenimiento preventivo y correctivo, y Bitácoras de mantenimiento; Informe Semestral de Cumplimiento de Términos y Condicionantes; Registro fotográfico.
		Apagar los motores de combustión interna cuando los equipos o vehículos no estén en uso. Apagar los motores de camiones u otros vehículos cuando los tiempos de espera para cargar o descargar materiales sea mayor a 5 minutos. Vehículo o maquinaria que ostensiblemente emita gases de combustión, será retirado del sitio del Proyecto y se	P		



(P = Preventiva, M = Mitigación y C = Compensación)

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO NEGATIVO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	MEDIDA A IMPLEMENTAR	CLASIFICACIÓN DE LA MEDIDA	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
		<p>enviará a mantenimiento aún y cuando no le corresponda su fecha programada de mantenimiento.</p>			
		<p>Realizar un monitoreo de ruido en el sitio del Proyecto previo a la construcción y durante la ésta para verificar el cumplimiento con la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, el contratista deberá realizar un monitoreo de ruido periférico dirigido a la maquinaria y equipo, para lo cual deberá utilizar instrumentos adecuados y certificados, registrar las mediciones en una bitácora e implementar acciones en caso de que los niveles excedan la normatividad correspondiente.</p>	<p>P y M</p>	<p>Resultados de los monitoreos y bitácoras de campo.</p>	<p>Informe Semestral de Cumplimiento de Términos y Condicionantes; Registro fotográfico.</p>

(P = Preventiva, M = Mitigación y C = Compensación)

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO NEGATIVO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	MEDIDA A IMPLEMENTAR	CLASIFICACIÓN DE LA MEDIDA	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
Suelo, agua	<p>Afectación del uso actual del suelo en áreas fuera de las autorizadas para el sitio del Proyecto. Deterioro de la calidad del suelo y agua por contaminación o manejo inadecuado de residuos peligrosos, sólidos urbanos y sanitarios. Afectación de la vegetación del sitio fuera de las zonas autorizadas.</p>	<p>No se realizarán excavaciones, nivelación, compactación o relleno de terrenos, ni se almacenará material producto del desmonte y despalle fuera de los límites establecidos de la superficie autorizada y establecida para el Proyecto. No se permitirá la construcción de nuevos caminos de acceso y se favorecerá el mejoramiento de los caminos ya existentes.</p>	P	No afectación de áreas no autorizadas para la implementación del Proyecto.	Informe Semestral de Cumplimiento de Términos y Condicionantes; Registro Topográfico; Registro Fotográfico.
		<p>Desarrollar e implementar un Plan de Manejo de Materiales y Residuos Peligrosos, para todas las actividades en donde sean requeridos o generados por el Proyecto, cuyo objetivo sea establecer mecanismos efectivos y eficientes para el manejo de este tipo de materiales, los cuales estén en cumplimiento con la legislación ambiental mexicana vigente y aplicable. Capacitar al personal que trabaja en el sitio en la clasificación y separación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.</p>	P	Cero presencia de residuos (peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos) en, o cerca de, cuerpos de agua, suelo y vegetación generados durante la construcción del Proyecto.	Bitácoras de manejo para los diferentes tipos de residuos; Manifiestos de entrega, transporte y recepción de los residuos peligrosos enviados a disposición final; Constancias de disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; Informe Semestral de Cumplimiento de Términos y Condicionantes; Registro fotográfico.

(P = Preventiva, M = Mitigación y C = Compensación)

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO NEGATIVO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	MEDIDA A IMPLEMENTAR	CLASIFICACIÓN DE LA MEDIDA	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
		Construir un almacén temporal en el sitio para los residuos peligrosos que posteriormente serán dispuestos fuera del sitio del Proyecto, y vigilar que su permanencia en este almacén no sea mayor a seis meses. Esta área de almacenamiento cumplirá con los requisitos establecidos en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) y su reglamento.	P		
		En caso de que sea necesario realizar carga de combustibles o cambio de aceites y lubricantes a maquinaria y/o equipo en el sitio del Proyecto, ésta se llevará a cabo en un área provista con una superficie impermeable, contenedores y kits de recolección de derrames.	P	Cero derrames detectados en sitios donde se realicen actividades de mantenimiento correctivo de emergencia de maquinaria y equipo.	Informe Semestral de Cumplimiento de Términos y Condicionantes; Registro fotográfico.
		En caso de que ocurra un derrame accidental de algún material o residuo peligroso, se implementarán medidas correctivas inmediatas para evitar la contaminación del suelo, las cuales cumplirán con lo establecido en la LGPGIR y su reglamento.	P		Bitácoras de manejo de Residuos peligrosos; Manifiestos de entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos enviados a disposición final; Bitácoras de mantenimiento correctivo de maquinaria; Informe Semestral de Cumplimiento



(P = Preventiva, M = Mitigación y C = Compensación)

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO NEGATIVO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	MEDIDA A IMPLEMENTAR	CLASIFICACIÓN DE LA MEDIDA	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
					Condicionantes; Registro fotográfico.
		Colocar contenedores, debidamente rotulados y en número suficiente en diferentes puntos del sitio del Proyecto para la adecuada recolección y disposición de los diferentes tipos de residuos (residuos sólidos urbanos, residuos peligrosos y residuos de manejo especial).	P	Porcentaje de contenedores exclusivos adecuados y rotulados en relación al número de trabajadores en el sitio.	Formato de incumplimientos; Informe Semestral de Cumplimiento de Términos y Condicionantes; Registro fotográfico.
		Los residuos sólidos urbanos serán almacenados temporalmente en un área designado para ello, que cumplirá con los requisitos establecidos en la legislación vigente, para posteriormente ser recolectados para disposición final fuera del sitio del Proyecto por una empresa autorizada.	P	Cero áreas detectadas dentro del sitio del Proyecto con almacenamiento de materiales provenientes de la preparación del sitio y construcción.	Formato de incumplimientos; Informe Semestral de Cumplimiento de Términos y Condicionantes; Registro fotográfico.
		Se colocará un sanitario portátil por cada 20 trabajadores y se contratará a una empresa autorizada para el manejo, transporte y disposición final de las aguas residuales generadas.	P	Número de sanitarios portátiles -NSP- en relación con el número de trabajadores en el periodo -NT-	Contrato de renta de sanitarios portátiles y señalizaciones; Bitácoras de mantenimiento de sanitarios portátiles; Registro fotográfico; Informe de

(P = Preventiva, M = Mitigación y C = Compensación)

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO NEGATIVO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	MEDIDA A IMPLEMENTAR	CLASIFICACIÓN DE LA MEDIDA	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
Suelo, agua y vegetación	Afectación a suelo, agua y vegetación por el manejo inadecuado de los materiales y residuos producto de las actividades de preparación del sitio y construcción.	Evitar arrojar residuos (peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos), en o cerca de cuerpos de agua y suelo.	P	Cero presencia de residuos (peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos) en o cerca de cuerpos de agua, suelo y vegetación generados durante la construcción del Proyecto.	Informe Semestral de Cumplimiento de Términos y Condicionantes; Registro fotográfico; Informe de cumplimiento del PVA; Sanciones en caso de incumplimiento de las disposiciones ambientales.
		Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo a maquinaria, equipo y vehículos automotores en talleres autorizados fuera del sitio del Proyecto.	P		Informe Semestral de Cumplimiento de Términos y Condicionantes; Registro fotográfico.
		En caso de realizar el mantenimiento correctivo de la maquinaria <i>in situ</i> , se prevé que éste se realice con los cuidados necesarios para no generar impactos al suelo y agua por contaminación con hidrocarburos u otras sustancias.	P y M	Cero derrames detectados en sitios donde se realicen actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y equipo.	Bitácoras de manejo de Residuos peligrosos; Manifiestos de entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos enviados a disposición final; Bitácoras de mantenimiento de maquinaria; Registro fotográfico. Informe Semestral de Cumplimiento de Términos y Condicionantes.
		Realizar el lavado de ollas de los camiones revolvedores o de cualquier maquinaria y equipo que abastecen de concreto, en áreas donde se identifique el establecimiento de obras de infraestructura	P	Cero áreas detectadas dentro del predios del Proyecto con materiales provenientes de la construcción de éste.	Formato de incumplimientos; Informe Semestral de Cumplimiento de Términos y Condicionantes; Registro fotográfico.

(P = Preventiva, M = Mitigación y C = Compensación)

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO NEGATIVO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	MEDIDA A IMPLEMENTAR	CLASIFICACIÓN DE LA MEDIDA	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
		permanente del Proyecto y que ya se haya realizado el cambio de uso de suelo.			
		Realizar un manejo y disposición final adecuado de materiales producto de la demolición de obras que no cumplan con la calidad requerida por el Proyecto, vigilando que no exista afectación en áreas no autorizadas.	M		
	Afectación al suelo, vegetación, coeficiente de infiltración y escorrentía por el desarrollo de actividades y obras del Proyecto fuera de superficies autorizadas.	Identificar las superficies autorizadas para el cambio de uso de suelo, con la finalidad de evitar la invasión de superficies no autorizadas o remover suelo y cobertura vegetal innecesaria.	P	Porcentaje de superficie aproximada desmontada sin autorización, con respecto a superficie total desmontada en el período.	Informe Semestral de Cumplimiento de Términos y Condicionantes; Registro fotográfico.
	Incremento en la erosión del suelo por las actividades del Proyecto	Desarrollar e implementar un Programa de Manejo y Conservación de Suelos, que incluya evitar la erosión del suelo y por consiguiente, la afectación a la vegetación.	P, C y M	Porcentaje de material vegetal recuperado y con aplicación en acciones de restauración y conservación de suelo, con respecto al total de material removido en el polígono del Proyecto.	Bitácora de cambio de uso de suelo; Informe Semestral de Cumplimiento de Términos y Condicionantes; Formato de incumplimientos; Registro fotográfico.
		En la medida de lo posible, el material producto del desmonte será incorporado al suelo almacenado para la restauración de taludes o en	M y C		

(P = Preventiva, M = Mitigación y C = Compensación)

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO NEGATIVO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	MEDIDA A IMPLEMENTAR	CLASIFICACIÓN DE LA MEDIDA	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
		otras áreas donde se requiera.			
		Utilizar, cuando sea posible, el material producto de excavaciones en acciones de restauración del sitio del Proyecto. En caso de que haya más material de corte que de relleno, este se depositará en un banco de tiro fuera del sitio del Proyecto que esté autorizado como tal por las autoridades ambientales.	M	Cero arroyos y cauces intermitentes modificados (obstruidos)	Informe Semestral de Cumplimiento de Términos y Condicionantes.
		El material vegetal producto del desmonte y despalme será recolectado, triturado y esparcido en zonas afectadas temporalmente durante la construcción del Proyecto, evitando así la erosión del suelo por efecto del viento.	C	Porcentaje de material vegetal recuperado con respecto al total de material removido en el polígono del Proyecto.	Informe Semestral de Cumplimiento de Términos y Condicionantes, Registro fotográfico.
		Desarrollar e implementar un Programa de Manejo y Conservación de suelos para el Proyecto, que incluya actividades de almacenamiento y utilización del suelo, el cual será utilizado preferentemente para la etapa de restauración o abandono del Proyecto o en su caso,	M	Porcentaje de superficie de suelo donde se aplicaron acciones del Programa de Manejo y Conservación de Suelos respecto a la superficie total programada. Cero metros cuadrados de suelo donde se aplicaron acciones	Informe Semestral de Cumplimiento de Términos y Condicionantes; Plano de ubicación del almacenamiento de suelo y material producto de desmonte y despalme; Registro de cantidad de suelo utilizado para las

(P = Preventiva, M = Mitigación y C = Compensación)

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO NEGATIVO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	MEDIDA A IMPLEMENTAR	CLASIFICACIÓN DE LA MEDIDA	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
		para actividades de restauración en otros sitios durante las etapas de construcción y operación y mantenimiento.		conservación, con evidencias de erosión.	(bitácora); Registro fotográfico.
Agua y Fauna	Erosión e incremento de partículas suspendidas por la afectación de cauces. Afectación al desplazamiento y fragmentación de los hábitats de la fauna del sitio	Se evitará colocar infraestructura en áreas con escurrimientos de agua naturales y en caso de ser necesario, se construirán las obras de drenaje correspondientes para la protección de los cauces y/o escurrimientos de agua.	M	Cero arroyos y cauces intermitentes modificados (obstruidos), detalles de construcción de obras de drenaje.	Informe Semestral de Cumplimiento de Términos y Condicionantes.
		Construcción de obras de drenaje con las características técnicas necesarias para no afectar los cauces pero que también sirvan de paso de fauna.	P y M	Detalles de la construcción de las obras de drenaje correspondientes a los requerimientos que se establezcan para el tipo de especies faunísticas que pudieran utilizar estos pasos.	Informe Semestral de Cumplimiento de Términos y Condicionantes.
Agua	Afectación a la disponibilidad de agua en la región por el consumo del recurso que se tendrá para la limpieza de los paneles solares	Se utilizarán equipos automatizados que permitirán reducir al mínimo la cantidad de agua para la limpieza de los paneles.	P y M	Bitácoras de mantenimiento de los paneles solares y del equipo automatizado que se utiliza para la limpieza de éstos.	Informe Semestral de Cumplimiento de Términos y Condicionantes.

(P = Preventiva, M = Mitigación y C = Compensación)

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO NEGATIVO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	MEDIDA A IMPLEMENTAR	CLASIFICACIÓN DE LA MEDIDA	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
		Se realizarán obras para favorecer la recolección de agua pluvial y la recarga natural al acuífero. La instalación de todos los paneles fotovoltaicos podrían actuar como un factor que favorecerá la infiltración pues con la sombra que producirán sobre el suelo se disminuirá la evaporación.	C	Planos del Proyecto con la ubicación de las obras para la recolección de agua pluvial.	Informe Semestral de Cumplimiento de Términos y Condicionantes; Registro fotográfico.
Flora, Fauna y Paisaje	Afectación a la diversidad y abundancia de especies por la extracción ilegal del sitio del Proyecto	Prohibir la cacería, colecta, consumo y la extracción de especies de flora y fauna por el personal que labore en las actividades del Proyecto.	P	Cero presencia de flora y fauna dañada en el sitio del Proyecto, Letreros colocados tanto en el área del Proyecto, como en sus caminos de acceso y colindancias, por el personal que labore en el mismo. Capacitación del personal en buenas prácticas ambientales.	Informe de cumplimiento; Sanciones en caso de incumplimiento de las disposiciones ambientales; Informe Semestral de Cumplimiento de Términos y Condicionantes; Registro fotográfico.
	Pérdida de la cobertura vegetal y la afectación de individuos de especies de flora y fauna silvestre por las actividades de desmonte y despalme	Ejecutar, de forma previa al inicio de las actividades de desmonte, acciones de protección y conservación de especies de flora silvestre listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y de interés biológico, a través de la implementación del Programa de Rescate y Reubicación de	P y M	Entrega de Bitácora de rescate de flora para el área desmontada -BRF- con todos los elementos solicitados en el formato. Porcentaje de superficie rescatada -SR- (con respecto a superficie total desmontada en el período -ST- de sobrevivencia	Informe Semestral de Cumplimiento de Términos y Condicionantes; Bitácoras de rescate, mantenimiento y reubicación de flora silvestre; Registro fotográfico.



(P = Preventiva, M = Mitigación y C = Compensación)

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO NEGATIVO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	MEDIDA A IMPLEMENTAR	CLASIFICACIÓN DE LA MEDIDA	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
		Flora Silvestre, que incluye acciones de rescate, mantenimiento y reubicación.		especies rescatadas de flora silvestre.	
		Ejecutar, de forma previa al inicio de las actividades de desmonte y despalme, acciones de protección y conservación de especies de fauna silvestre listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y especies de interés biológico, a través de la implementación del Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, que incluye acciones de rescate, ahuyentamiento y reubicación.	P y M	Cero presencia de fauna dañada en el sitio del Proyecto, Letreros colocados tanto en el área del Proyecto, como en sus caminos de acceso y colindancias, por el personal que labore en el mismo.	Bitácoras de ahuyentamiento rescate y reubicación de fauna; Informe Semestral de Cumplimiento de Términos y Condicionantes; Registro fotográfico.
		Realizar las actividades de desmonte y despalme sólo con medios mecánicos, evitando el uso de fuego o	P y M	Entrega de Bitácora de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna para el área desmontada con todos los elementos solicitados en el formato. Porcentaje de superficie rescatada con respecto a superficie total desmontada en el período.	Informe Semestral de Cumplimiento de Términos y Condicionantes; Bitácoras de ahuyentamiento, rescate, y reubicación de fauna; Registro fotográfico.
				Cero superficies dañadas por la utilización de fuego o sustancias químicas	Bitácora de cambio de uso de suelo; Informe Semestral de Cumplimiento de

(P = Preventiva, M = Mitigación y C = Compensación)

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO NEGATIVO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	MEDIDA A IMPLEMENTAR	CLASIFICACIÓN DE LA MEDIDA	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
		productos químicos.			Formato de incumplimientos; Registro fotográfico.
		El desmonte y despalme se deberá de realizar de manera direccionada, esto con el objetivo de permitir el desplazamiento de la fauna hacia zonas menos perturbadas.	P	Entrega de Bitácora de ahuyentamiento, rescate, y reubicación de fauna para el área desmontada -BRF- con todos los elementos solicitados en el formato. Porcentaje de superficie rescatada -SR- (con respecto a superficie total desmontada en el período -ST-	Bitácora de cambio de uso de suelo, Bitácora de de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, Informe de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna que incluya: (i) especies susceptibles de ser ahuyentadas y/o rescatadas (ii) características que debe cumplir cada sitio para reubicación de individuos y anexo fotográfico. Informe Semestral de Cumplimiento de Términos y Condicionantes.
		Al término de la construcción del Proyecto, se restablecerá la cobertura vegetal nativa de las áreas utilizadas de forma temporal para la construcción del Proyecto.	C	Porcentaje de superficie temporal donde se aplican acciones para restablecer la cobertura vegetal, respecto a la superficie temporal total afectada por el cambio de uso de suelo.	Informe Semestral de Cumplimiento de Términos y Condicionantes.
		Desarrollar e implementar actividades de restauración de suelo y un Programa de Reforestación, cuyas actividades de reforestación se realizarán en la proporción	C	90% de sobrevivencia durante las actividades de compensación	Informe final del Proyecto; Registro fotográfico. Informe Semestral de Cumplimiento de Términos y

(P = Preventiva, M = Mitigación y C = Compensación)

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO NEGATIVO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	MEDIDA A IMPLEMENTAR	CLASIFICACIÓN DE LA MEDIDA	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
		que indique la autoridad ambiental.			
Fauna	Pérdida de vertebrados terrestres y desplazamiento de especies por la remoción de zonas de anidación y madrigueras al eliminar la cobertura vegetal o por atropellamiento, así como los ruidos y presencia de elementos que les son extraños como maquinaria y personal.	El rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre, se llevará a cabo bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características (Art. 31 de la Ley General de Vida Silvestre). Además, se permitirá el desplazamiento y libre tránsito de los individuos encontrados, hacia las áreas aledañas al sitio del Proyecto.	P	Cero individuos de fauna afectados	Informe de ejecución; Bitácoras de identificación, ahuyentamiento, rescate, y reubicación de fauna; Registro fotográfico. Informe Semestral de Cumplimiento de Términos y Condicionantes.
Paisaje	Afectación de la calidad visual y estética del paisaje por la introducción al medio de elementos no naturales como lo es toda la infraestructura, obras y vehículos que serán parte del desarrollo del Proyecto.	No se pintarán logotipos, siglas o letreros de ningún tipo en las bases de los paneles salvo los números de identificación o claves que se usen para diferenciar cada unidad, siempre y cuando éstas se pinten en la base de la cimentación.	P	No Aplica	Informe final del Proyecto; Registro fotográfico.
		Realizar actividades de Restauración; realizar acciones para favorecer la revegetación del sitio y con esto el paulatino restablecimiento de los	C	Porcentaje de superficie del Proyecto donde se aplican acciones para restablecer la cobertura vegetal, respecto a la superficie tota	Reporte en el que se manifiesten las condiciones finales del sitio; Mapa con la ubicación de los sitios objeto de la revegetación y

(P = Preventiva, M = Mitigación y C = Compensación)

COMPONENTE AMBIENTAL QUE SE AFECTA	IMPACTO NEGATIVO GENERADO POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	MEDIDA A IMPLEMENTAR	CLASIFICACIÓN DE LA MEDIDA	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
		hábitats de fauna, la vegetación característica del sitio y en general la recuperación del ecosistema.		por el cambio de uso de suelo.	fotográfico.
Socioeconómico	Se activará la economía de las comunidades próximas a la zona del Proyecto al crear fuentes de empleo y al adquirir diferentes materiales para el desarrollo del Proyecto de proveedores locales.	En materia de empleo se le dará preferencia a gente de las comunidades más próximas a la zona del Proyecto, logrando con ello la activación económica del lugar.	P	Contratos y compras	Informe Semestral de Cumplimiento de Términos y Condicionantes.
		En la medida de lo posible, los materiales requeridos para la construcción serán adquiridos de proveedores locales y con materiales provenientes de sitios autorizados.	P		

VI.2. Impactos residuales

De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2011), los impactos residuales se definen como aquellos impactos que persisten en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación incorporadas sistemáticamente en el proyecto. Los que podrían persistir, serían aquellos impactos que carecen de medidas correctivas, los que sólo se mitigan de manera parcial o los que no alcanzan el umbral suficiente para poder aplicar alguna medida de compensación. Los impactos residuales, presentan sus efectos sobre el ambiente, dependiendo de las acciones que le dan origen. Por su parte, Estevan (1999) define a los impactos residuales, como aquellos que, pese a la aplicación de otras alternativas y medidas correctivas, no pueden ser eliminados en su totalidad, debido a limitaciones de tecnología, costos excesivos, o a incompatibilidad con los objetivos del proyecto.

Cabe mencionar que cada impacto residual, presenta efectos sobre los elementos del ambiente, dependiendo en gran medida de las acciones que le dan origen. El proceso de selección de los impactos residuales ha considerado las interacciones adversas que al aplicar una medida de mitigación, su impacto residual recae en la categoría de significativo o medianamente significativo, descartando aquellas interacciones en las cuales el impacto residual se convierte en irrelevante.

De acuerdo a las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en el presente documento para los impactos adversos identificados en el Capítulo V, así como el tipo de actividades que involucra, tiempo de vida útil y el giro del Proyecto, **no se identifican impactos residuales significativos** para el Proyecto.

Las modificaciones hacia los factores ambientales suelo y paisaje pueden ser propensos a definirse como impactos residuales, sin embargo, en el caso del factor suelo si son realizadas las actividades de limpieza y restauración del sitio no se considerarían entonces como tal. Una vez concluya la vida útil del Proyecto, este puede alcanzar en un corto plazo, sus características de origen; mientras que para el factor paisaje la instalación de los paneles solares puede alterar su calidad paisajística y contribuir a su fragilidad visual,



sin embargo, esta evaluación es subjetiva, dada que depende del punto de vista de cada espectador.



CONTENIDO

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	--3
VII.1 Pronósticos de escenarios	-----3
VII.1.1 Pronóstico de escenario modificado por el proyecto sin medidas de mitigación (E1)	4
VII.1.2 Pronóstico de escenario modificado por el proyecto con medidas de mitigación (E2)	-----8
VII.1.3 Análisis entre escenarios	----- 11
VII.2 Escenarios derivados del cambio climático	----- 13



ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 7.1. Superficie del Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto, distribuida por clases de calidad ambiental en el E ₁ . -----	5
Cuadro 7.2. Distribución de la superficie del Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto, por clases de calidad ambiental para el E ₂ -----	9
Cuadro 7.3. Superficie y porcentajes de intercambio entre clases de calidad ambiental para el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto. -----	12
Cuadro 7.4. Análisis del registro histórico de las Normales Climatológicas registradas en la Estación Meteorológica más cercana al sitio del Proyecto. -----	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 7.1. Calidad ambiental presente en el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto, considerando el E ₁ .-----	7
Figura 7.2. Calidad ambiental en el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto, considerando el E ₂ . -----	10
Figura 7.3. Municipios más vulnerables de México (se resalta el estado de Coahuila de Zaragoza y el municipio de Viesca, que es donde se ubicará el Proyecto). ----	15
Figura 7.4. Grado de sensibilidad climática por municipio (se resalta el municipio de Viesca que es en donde se ubicará el Proyecto). -----	16
Figura 7.5. Grado de exposición climática por municipio (se resalta el municipio de Viesca que es en donde se ubicará el Proyecto). -----	17
Figura 7.6. Grado de la capacidad adaptativa al cambio climático por municipio (se resalta el municipio de Viesca que es en donde se ubicará el Proyecto). -----	18
Figura 7.7. Mapa de las temperaturas máximas en un futuro cercano (a) y un futuro lejano (b) para el sitio del Proyecto.-----	VII-24
Figura 7.8. Mapa de las temperaturas mínimas en un futuro cercano (a) y un futuro lejano (b) para el sitio del Proyecto. -----	VII-25
Figura 7.9. Mapa de la precipitación en un futuro cercano (a) y un futuro lejano (b) para el sitio del Proyecto. -----	VII-26



VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1 Pronósticos de escenarios

Los pronósticos de escenarios ambientales en el Sistema Ambiental (SA), Área de Influencia (AI) y Área del Proyecto (AP) donde se ubica el Proyecto "Solar Fotovoltaico Villanueva" (en lo sucesivo "el Proyecto") considera tres situaciones: el Escenario Sin Proyecto (E_0) y el Escenario Con Proyecto sin incorporar (E_1) e incorporando las medidas de mitigación a los impactos (E_2).

Para el Escenario sin Proyecto se retoma los resultados obtenidos del Diagnóstico Ambiental como el estado original (desarrollado en el apartado IV.3) y para los escenarios con Proyecto nuevamente se utiliza la evaluación multicriterio y se determina para cada nuevo escenario la Calidad Ambiental resultante.

Los impactos derivados de la ejecución del Proyecto considerando la incorporación o no de las medidas de mitigación que afectan de manera diferencial la calidad ambiental, permite la comparación entre éstos dos escenarios y además con el estado actual (sin Proyecto), y con esto estimar el impacto residual en términos de la ejecución del Proyecto. Así los escenarios se identifican en éste análisis de la siguiente manera:

E_0 = Calidad ambiental del SA **sin Proyecto** (definido en el capítulo IV)

E_1 = Calidad ambiental del SA con Proyecto y **sin** medidas de mitigación

E_2 = Calidad ambiental del SA con Proyecto y **con** medidas de mitigación



VII.1.1 Pronóstico de escenario modificado por el proyecto sin medidas de mitigación (E1)

Para el pronóstico de escenario modificado por el Proyecto sin medidas de mitigación (E₁), se realizó una evaluación de la calidad ambiental de hábitat de la manera descrita en el Capítulo IV (Diagnóstico Ambiental). En las valoraciones realizadas a los diferentes aspectos de la Calidad Ambiental (CA), se tomó como criterio, que el sobreestimar un impacto constituye un error menor, e inclusive 'no error', que la subestimación del mismo en la evaluación de impactos. Como está descrito en el Capítulo IV, se realizó una evaluación multicriterio incluyendo un panel de consulta con el equipo que participa en la realización del presente estudio. En el panel se revisó y discutió la valoración a los factores que determinan la calidad ambiental, sus factores y escala nominal que determinan dicha calidad, los cuales fueron:

- 0 Sin importancia, valor o función por estar totalmente transformado
- 1 Baja importancia o valor bajo
- 2 Mediana importancia o valor medio
- 3 De alta importancia o valor alto

Prosue: Protección al suelo (Cobertura de la vegetación)

Rero: Riesgo o susceptibilidad a la erosión

Dflor: Riqueza de especies de flora

Lecol: Importancia Ecológica (Valor natural + representatividad + fragilidad + vulnerabilidad)

Hsup: Hidrología superficial obtenida a partir de la disección horizontal de la red de drenaje de la microcuenca

Hsub: Hidrología subterránea con base a la disección vertical

Dfau: Riqueza de especies de fauna

Cvv: Calidad visual vulnerable

Spro: Presencia de especies con estatus de protección

Estos factores ponderados con la técnica de comparación por pares generaron el siguiente modelo para obtener la Calidad Ambiental utilizando capas temáticas y álgebra de mapas en un Sistema de Información Geográfica (SIG).



$$CA = (CVV * 0.0585) + (DFAU * 0.0832) + (DFLOR * 0.1086) + (HSUB * 0.0210) + (HSUP * 0.0266) + (IECOL * 0.1538) + (PROSUE * 0.2884) + (RERO * 0.2199) + (SPRO * 0.0399)$$

En el Cuadro 7.1 se realiza una distribución de la superficie del SA, del AI y AP entre las diferentes clases de calidad ambiental, obsérvese que a nivel SA la clase dominante es la clase media por poseer el 87.96% de la superficie total, le sigue en importancia la clase baja con un 8.02%, el 3.53% de la superficie presenta una clase ambiental muy baja; mientras que apenas un porcentaje de 0.48%, que corresponde a 265.3218 ha se catalogan como clase alta. Para el AI la mayoría de la superficie (60.47%) presenta una calidad ambiental baja, y para el AP el 99.86% también se presenta en la clase baja; todo esto considerando la construcción del Proyecto.

Cuadro 7.1. Superficie del Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto, distribuida por clases de calidad ambiental en el E1.

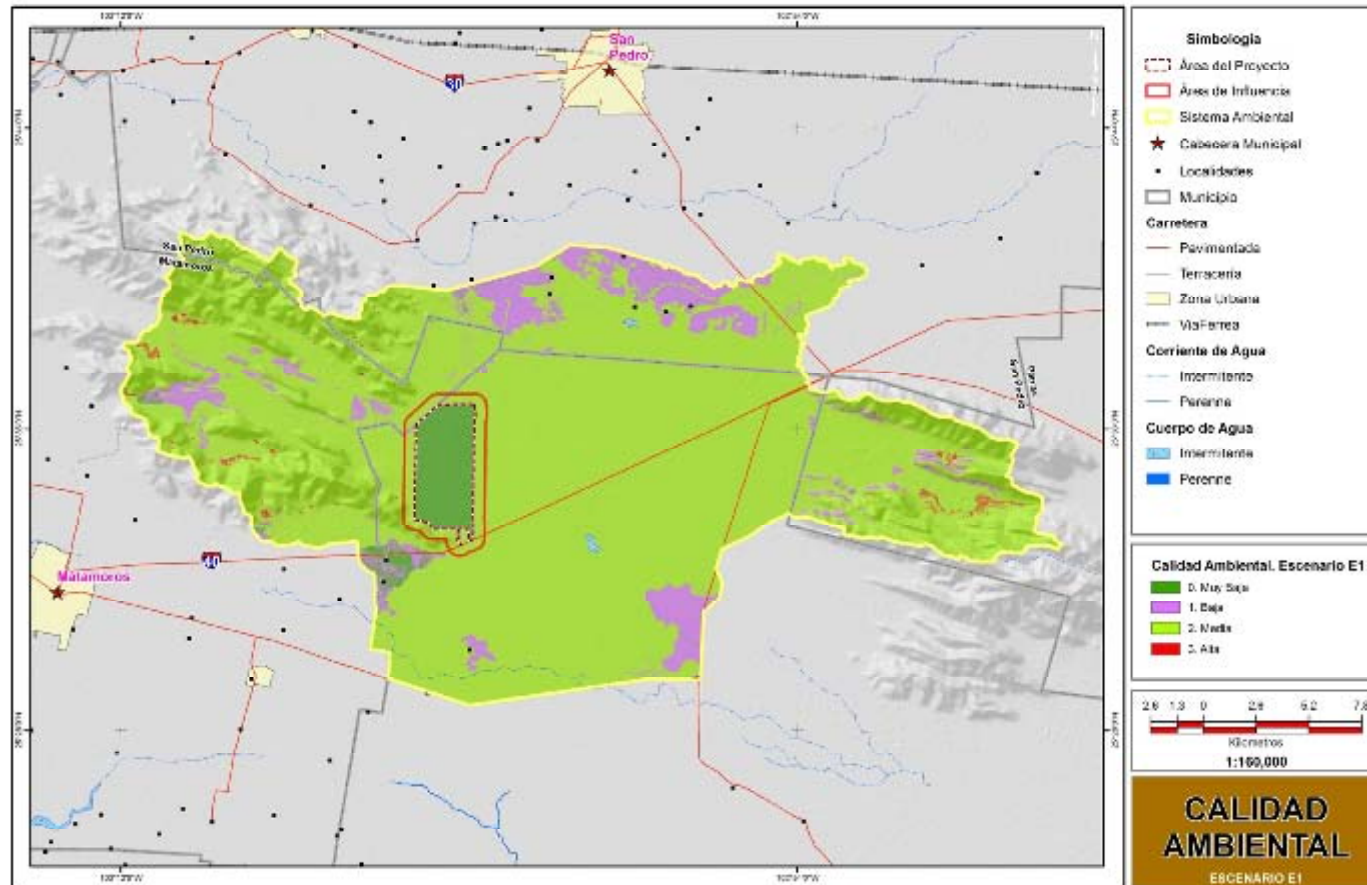
CLASE	SUPERFICIE	
	(ha)	(%)
SISTEMA AMBIENTAL		
Muy baja	1,944.2876	3.53%
Baja	4,411.5975	8.02%
Media	48,392.8490	87.96%
Alta	265.3218	0.48%
Total	55,014.0559	100.00%
ÁREA DE INFLUENCIA		
Muy baja	1,532.1097	60.47%
Baja	-	0.00%
Media	999.9778	39.47%
Alta	1.4626	0.06%
Total	2,533.5500	100.00%
ÁREA DEL PROYECTO		
Muy baja	1,532.1403	99.86%
Baja	-	0.00%
Media	2.2097	0.14%
Alta	-	0.00%
Total	1,534.3500	100.00%



En la Figura 7.1 se presenta la distribución espacial de las clases de calidad ambiental para el E₁, de manera general, la clase media que domina la extensión del SA está determinada por la compleja interacción entre factores como la susceptibilidad a la erosión (RERO) y la protección de la cobertura vegetal (PROSUE) que aportan los diferentes matorrales y vegetación de desiertos arenosos, así como la importancia ecológica que adquieren las comunidades vegetales y sus diversos procesos inherentes. La clase muy baja está fuertemente influenciada por las actividades humanas, principalmente por la agricultura y la ganadería.



Figura 7.1. Calidad ambiental presente en el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto, considerando el E₁.



VII.1.2 Pronóstico de escenario modificado por el proyecto con medidas de mitigación (E2)

Considerando las medidas de mitigación, prevención y compensación, más otras consideraciones del tipo de obra y su relación con el SA, se calculó la calidad ambiental en un escenario donde se aplican estas medidas. Este escenario considera aspectos como el rescate de flora y fauna con estatus de protección o de difícil regeneración y/o lento desplazamiento, así como acciones de educación ambiental al personal para evitar daños al ambiente. La presencia de especies con estatus de protección es baja según los muestreos realizados, implicando una menor fragilidad ambiental y mayor resiliencia a los impactos por generarse.

El SA presenta una calidad ambiental de clase media en 87.98% de la superficie total, el 10.80% del SA presenta una clase baja, mientras que la clase alta y muy baja acumulan 1.22% de la superficie total. En cuanto al AI, la clase muy baja está ausente, la condición dominante corresponde a una calidad ambiental baja, pues se presenta en el 60.46% del AI, otro porcentaje importante (39.48%) presenta una condición de clase media, y apenas el 0.06% presenta calidad ambiental de clase alta. Para el área que ocupará el Proyecto, el 99.61% de la superficie presenta una calidad ambiental baja, el resto (0.39%) corresponde a una clase media. Lo anterior puede ser corroborado en el siguiente Cuadro 7.2.

En la Figura 7.2 se presenta la distribución espacial de las clases de calidad ambiental para el E₂, de manera general la clase media que domina la extensión del SA está determinada por la compleja interacción entre factores como la susceptibilidad a la erosión (RERO) y la protección de la cobertura vegetal (PROSUE) que aportan los diferentes matorrales y vegetación de desiertos arenosos, así como la importancia ecológica que adquieren las comunidades vegetales y sus diversos procesos inherentes. La clase muy baja está fuertemente influenciada por las actividades humanas, principalmente por la agricultura y la ganadería.



Cuadro 7.2. Distribución de la superficie del Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto, por clases de calidad ambiental para el E₂

CLASE	SUPERFICIE	
	(ha)	(%)
SISTEMA AMBIENTAL		
Muy baja	408.4628	0.74%
Baja	5,942.4550	10.80%
Media	48,398.8875	87.98%
Alta	264.2505	0.48%
Total	55,014.0559	100.00%
ÁREA DE INFLUENCIA		
Muy baja	-	0.00%
Baja	1,531.8055	60.46%
Media	1,000.2644	39.48%
Alta	1.4802	0.06%
Total	2,533.5500	100.00%
ÁREA DEL PROYECTO		
Muy baja	-	0.00%
Baja	1,528.4292	99.61%
Media	5.9208	0.39%
Alta	-	0.00%
Total	1,534.3500	100.00%



Figura 7.2. Calidad ambiental en el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto, considerando el E₂.



VII.1.3 Análisis entre escenarios

En el siguiente Cuadro 7.3 se presenta la dinámica de la superficie para el SA, AI y AP que pudiera presentar disminución de su calidad ambiental en función de la construcción del Proyecto y las medidas de recuperación (prevención, mitigación y compensación). En la primer columna E₀-E₁ la clase media y alta acumulan 1,535.29 ha las cuales migran hacia la clase muy baja, estas representan el 2.79% de la superficie total del SA; para el AI la migración de las clases media y alta hacia la clase muy baja corresponde a 1,532.11 ha que representan el 60.47% de su superficie total; asimismo. el 99.85% del AP migra de las clases media y alta hacia la clase muy baja. En la columna E₀-E₂ se presenta la dinámica de la calidad ambiental con la construcción del Proyecto y considerando las medidas descritas en el Capítulo VI; para el SA se puede identificar que la superficie de la clase muy baja sube hacia la clase baja lo cual representa una efectividad del 99.97%; para el AI la efectividad sobre la superficie en la clase muy baja es del 100%, esto quiere decir que las 1,532.11 ha suben hacia clases más altas; por último, para el AP, la efectividad que representa la recuperación de la calidad ambiental sobre la clase muy baja también es del 100%.

La construcción del Proyecto repercute de manera negativa principalmente sobre aquellas áreas en las que se realizará el desmonte y despalme, ésta corresponde al AP y representan el 2.79% de la superficie total del SA y es sobre esta superficie donde se reduce la calidad ambiental debido principalmente a la relación que tiene la vegetación con la mayoría de los componentes considerados para su estimación. Sin embargo, en el análisis anterior se ha demostrado que las medias consideradas presentan una efectividad del 100%, por lo tanto, al contrastar los escenarios uno (E₁) y dos (E₂) con la condición original se puede concluir que el Proyecto es ecológicamente factible y que las obras se perciben como poco significativas en la influencia de la calidad ambiental.



Cuadro 7.3. Superficie y porcentajes de intercambio entre clases de calidad ambiental para el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto.

CLASE	E ₀ -E ₁		E ₀ -E ₂		Efectividad
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(%)
SISTEMA AMBIENTAL					
Muy baja	1,535.29	2.79%	- 0.53	0.00%	99.97%
Baja	0.00	0.00%	1,530.86	2.78%	0.00%
Media	- 1,535.27	2.79%	- 1,529.23	2.78%	0.39%
Alta	- 0.02	0.00%	- 1.09	0.00%	0.00%
ÁREA DE INFLUENCIA					
Muy baja	1,532.11	60.47%	0.00	0.00%	100.00%
Baja	0.00	0.00%	1,531.81	60.46%	0.00%
Media	- 1,532.09	60.47%	- 1,531.80	60.46%	0.02%
Alta	- 0.02	0.00%	- 0.00	0.00%	0.00%
ÁREA DEL PROYECTO					
Muy baja	1,532.14	99.86%	0.00	0.00%	100.00%
Baja	0.00	0.00%	1,528.43	99.61%	0.00%
Media	- 1,532.12	99.85%	- 1,528.41	99.61%	0.24%
Alta	- 0.02	0.00%	- 0.02	0.00%	0.00%



VII.2 Escenarios derivados del cambio climático

El cambio climático es definido como un cambio estable y durable en la distribución de los patrones de clima, este cambio conlleva interacciones complejas y cambios en las probabilidades de impactos diversos por efecto del aumento de temperaturas, alteraciones de precipitaciones y sequías (IPCC, 2014). Y según consta en la Ley General de Cambio Climático de nuestro país, el artículo 3 en su fracción III lo define como: *variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables.*

Para comprender el riesgo asociado con eventos climáticos es importante analizar dos perspectivas: la ocurrencia de eventos históricos y las proyecciones de eventos futuros. El análisis histórico establece una base para entender el impacto de un clima cambiante; mientras que la utilización de modelos acoplados de circulación general de la atmósfera permite entender el comportamiento futuro del clima.

En apartados anteriores se ha descrito ya el diagnóstico ambiental para el sitio del Proyecto determinándose también los posibles impactos y las medidas que se implementarán para prevenirlos, mitigarlos o bien compensarlos; existe sin embargo, a nivel mundial el riesgo de presentarse impactos en el ambiente por el cambio climático, considerando que México es un país con una vulnerabilidad alta ante los efectos del cambio climático debido a su ubicación geográfica y características sociales, se presentan a continuación el análisis de los escenarios de vulnerabilidad para el sitio en donde se implementará el Proyecto.

El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) ha construido una serie de mapas de los escenarios de vulnerabilidad ante los efectos por el cambio climático, en que se encuentran los municipios del país. El Proyecto se ubica en el municipio de Viesca, en el estado de Coahuila de Zaragoza, y para este municipio se presentan en las siguientes



figuras los escenarios de vulnerabilidad, que en este caso es definida como el nivel en el que un sistema es susceptible, o no es capaz de soportar los efectos adversos del Cambio Climático, incluida la variabilidad climática y los fenómenos extremos. Como se puede observar en la Figura 7.3, el municipio de Viesca no se considera un municipio vulnerable y en la siguiente Figura 7.4 se observa que es un municipio con una sensibilidad climática muy baja, esto en conjunto con lo mostrado en las Figura 7.5 y Figura 7.6 en donde se aprecia que es un municipio con un grado de exposición climático media y con un grado de adaptación alto. Por lo tanto, se observa que el sitio del Proyecto tendrá poca afectación por los cambios en el clima que puedan presentarse a nivel regional por los efectos del calentamiento global.

Con este diagnóstico se estima que el Proyecto no será afectado por el cambio climático por el sitio en que se ubicará y por la naturaleza del mismo, contribuirá al Programa Nacional de Cambio Climático 2012-2018, como una de las medidas nacionales para la mitigación de los efectos por los cambios en el clima que ya se ven en varias regiones del país. El Proyecto responde a la línea de acción de este Programa de impulsa el desarrollo de fuentes de energía renovables para la generación de electricidad, como la estrategia de fuentes menos intensivas en generación de carbono. Unas emisiones elevadas continuas conllevarían impactos en su mayoría, negativos para la biodiversidad, los servicios de los ecosistemas y el desarrollo económico y agravarían los riesgos para los medios de subsistencia y para la seguridad alimentaria y humana, por lo que el presente Proyecto contribuirá a reducir sustancialmente las emisiones por la generación de energía eléctrica, y con esto lograr disminuciones en los riesgos climáticos a lo largo del siglo XXI y posteriormente, ampliar las perspectivas de una adaptación efectiva, reducir los costos y los retos de mitigación a largo plazo y contribuir a que las trayectorias de desarrollo sostenible sean resilientes al clima (IPCC, 2014).



Figura 7.3. Municipios más vulnerables de México (se resalta el estado de Coahuila de Zaragoza y el municipio de Viesca, que es donde se ubicará el Proyecto).



Figura 7.4. Grado de sensibilidad climática por municipio (se resalta el municipio de Viesca que es en donde se ubicará el Proyecto).

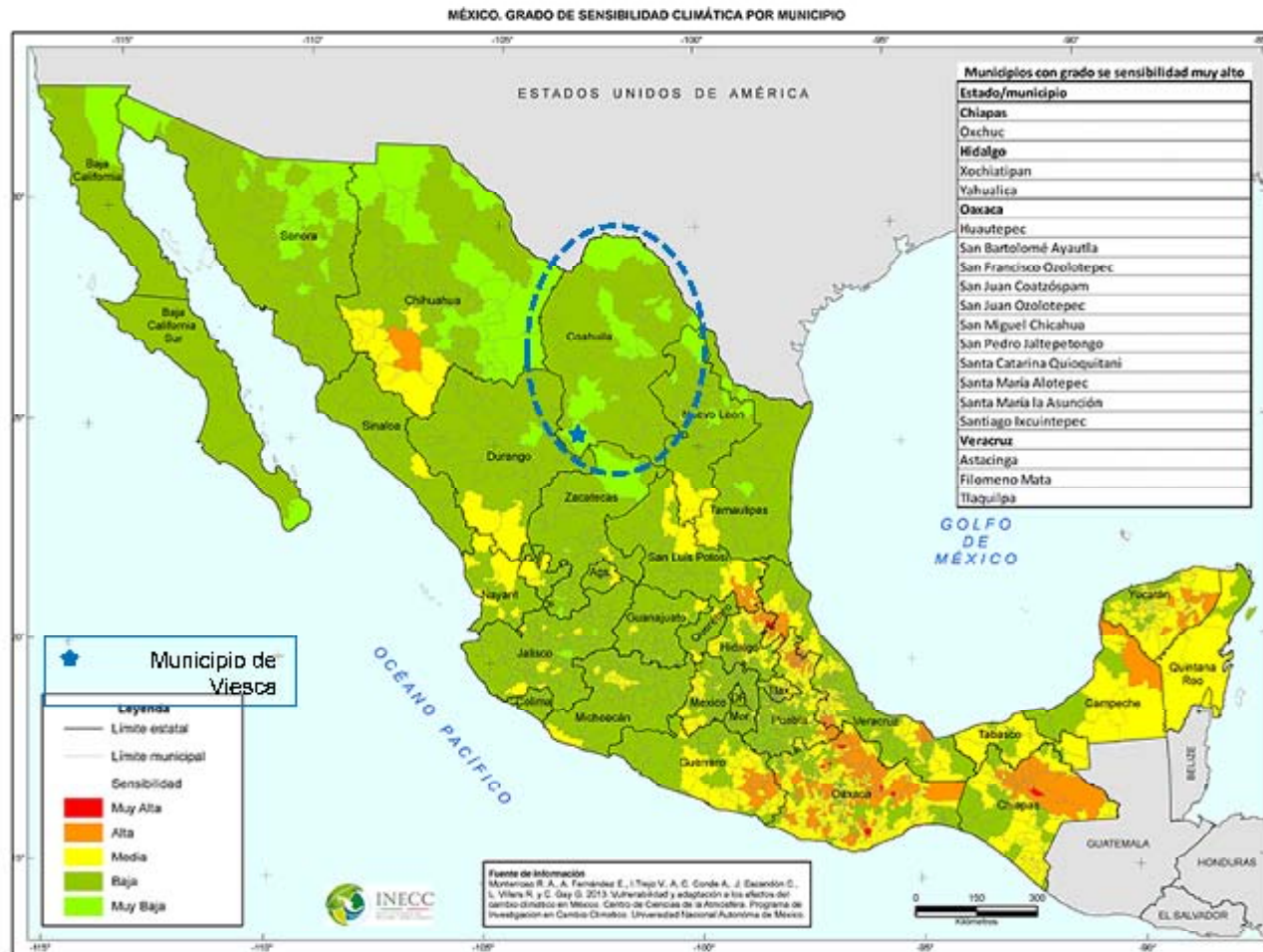
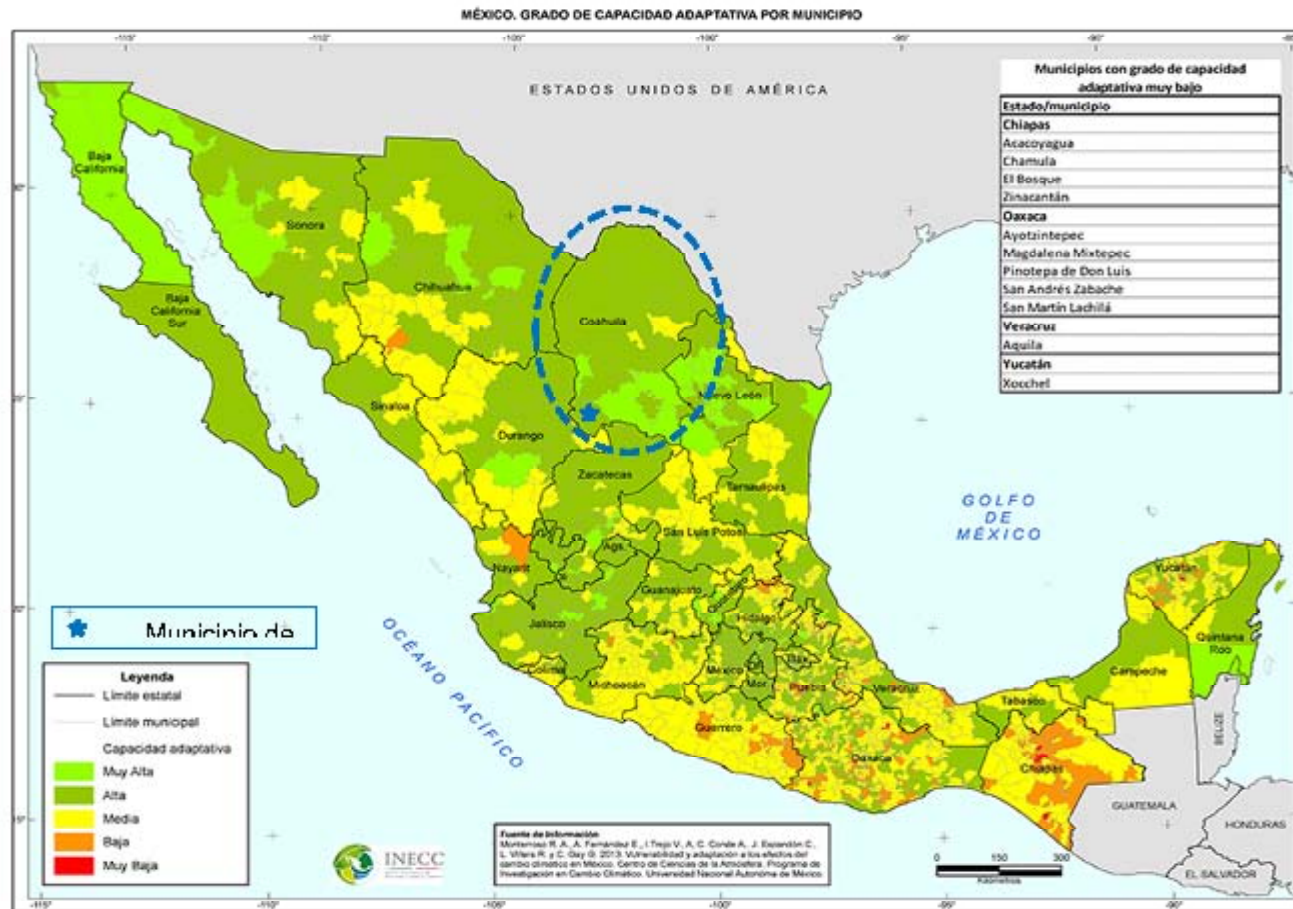


Figura 7.5. Grado de exposición climática por municipio (se resalta el municipio de Viesca que es en donde se ubicará el Proyecto).



Figura 7.6. Grado de la capacidad adaptativa al cambio climático por municipio (se resalta el municipio de Viesca que es en donde se ubicará el Proyecto).



Si bien el sitio del Proyecto presenta una baja vulnerabilidad, debe considerarse la aparición de eventos hidrometeorológicos extremos, para lo cual se realiza el análisis de la línea base de las variables del clima que se tienen de registros históricos y que son sólo registros de temperaturas (mínimas, máximas y medias) y de precipitación. El INECC ha generado también mapas de los escenarios climáticos para cada municipio en el país, estos escenarios son proyecciones de lo que pudiera presentarse bajo las condiciones actuales que se tienen a nivel global de concentración de gases de efecto invernadero, dichos escenarios son presentados como futuro cercano y futuro lejano.

Para el análisis de datos históricos de los registros de temperaturas máximas, mínimas y precipitación para el sitio del Proyecto, con la finalidad de dar el escenario a futuro que podría presentarse por los efectos del cambio climático, los datos son proporcionados por la estación meteorológica número 5036 ubicada en la localidad de San Pedro, que es la más cercana al sitio del Proyecto.

En el Cuadro 7.4, se presentan los datos históricos de temperaturas máximas, mínimas, niveles de precipitaciones y otros datos de fenómenos hidrometeorológicos para el sitio del Proyecto. Se observa que fue en el año 1964 cuando se tuvieron los registros de una temperatura máxima extrema (41.5°C) y la temperatura mínima más alta (11.9°C) fue al año siguiente 1965, en el año 2005 se obtuvo el máximo registro de precipitación con 185 mm, pero este evento no ha vuelto a repetirse; en el sitio se tienen registros de muy pocos días de lluvia al año (en promedio 22 días), y altos valores de evaporación anual (2506), prácticamente no se registran eventos como tormentas eléctricas ni granizo. Estos datos de línea base para el sitio apoyan lo descrito anteriormente en cuanto a vulnerabilidad a los efectos climáticos en el sitio, pues es un sitio que cuenta con las características físicas e hidrometeorológicas para el establecimiento del Proyecto.



Cuadro 7.4. Análisis del registro histórico de las Normales Climatológicas registradas en la Estación Meteorológica más cercana al sitio del Proyecto.

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL													
NORMALES CLIMATOLÓGICAS													
ESTADO: COAHUILA DE ZARAGOZA											PERIODO: 1951-2010		
ESTACIÓN: 00005036 SAN PEDRO				LATITUD: 25°45'26" N.			LONGITUD: 102°59'44" W.			ALTURA: 1,100.0 MSNM.			
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MÁXIMA													
NORMAL	21.9	24.7	28.5	31.9	34.9	35.8	34.9	34.5	32.2	29.8	26.2	22.4	29.8
MÁXIMA MENSUAL	26.5	28.1	34.6	38.6	39	40.5	41.5	41.5	38.9	33.8	30.6	29.4	
AÑO DE MÁXIMA	1974	1964	1964	1964	2006	1964	1964	1964	1964	1964	1964	1964	
MÁXIMA DIARIA	34.5	38	39.5	44	42	45	43.5	44	43	39	37.5	35	
FECHA MÁXIMA DIARIA	21_1964	12_1964	31_1964	17_1964	02_1983	13_1964	04_1964	11_1964	02_1964	04_1964	11_1964	19_1964	
AÑOS CON DATOS	47	47	46	46	46	47	47	48	48	46	47	47	
TEMPERATURA MEDIA													
NORMAL	13	15.2	18.7	22.5	25.9	27.6	27.2	26.9	25	21.6	17.2	13.5	21.2
AÑOS CON DATOS	47	47	46	46	46	47	47	48	48	46	47	47	
TEMPERATURA MÍNIMA													
NORMAL	4	5.8	9	13	16.9	19.4	19.6	19.3	17.8	13.4	8.1	4.5	12.6
MÍNIMA MENSUAL	-0.4	1.7	6.1	8.8	13.4	13.1	11.9	11.7	14.7	7.9	3.9	-0.9	
AÑO DE MÍNIMA	1964	1964	1987	2006	1965	1965	1965	1965	1975	1965	1976	1966	
MÍNIMA DIARIA	-10	-7	-4	-2	6	10	8	8	8	0.5	-4	-9	
FECHA MÍNIMA DIARIA	may-05	23_1975	03_1971	14_1980	06_1965	06_1965	31_1965	13_1965	27_1975	31_1993	16_1970	31_1963	



Cuadro 7.4. Análisis del registro histórico de las Normales Climatológicas registradas en la Estación Meteorológica más cercana al sitio del Proyecto.

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL													
NORMALES CLIMATOLÓGICAS													
ESTADO: COAHUILA DE ZARAGOZA										PERIODO: 1951-2010			
ESTACIÓN: 00005036 SAN PEDRO				LATITUD: 25°45'26" N.			LONGITUD: 102°59'44" W.			ALTURA: 1,100.0 MSNM.			
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
AÑOS CON DATOS	47	47	46	46	46	47	47	48	48	47	47	47	
PRECIPITACIÓN													
NORMAL	9.7	4.3	3.1	5.7	20.6	25.1	30.8	27.2	33	11.6	6	8	185.1
MÁXIMA MENSUAL	104.5	24	37	71.5	112	127	185	140	153.5	44	40.5	58	
AÑO DE MÁXIMA	1992	1973	1968	1981	1992	2000	2005	1990	1978	1996	1976	1991	
MÁXIMA DIARIA	25	17	20	26.5	70	106	65	55	80	38	26.5	25	
FECHA MÁXIMA DIARIA	30_1984	25_2005	03_1968	14_1981	02_1981	17_2000	21_2005	13_1990	13_1995	11_2003	22_1972	18_1975	
AÑOS CON DATOS	47	47	45	46	46	47	47	48	48	47	47	47	
EVAPORACIÓN TOTAL													
NORMAL	105.5	133.2	211.2	256	295.6	294.6	289.9	272	225.2	181.9	134.8	106.2	2,506.1
AÑOS CON DATOS	43	43	42	40	39	42	41	43	43	42	43	43	
NUMERO DE DÍAS CON LLUVIA	1.5	0.9	0.6	0.8	1.8	2.6	3.6	3.3	3.1	1.7	1.2	1.3	22.4
AÑOS CON DATOS	47	47	45	46	46	47	47	48	48	47	47	47	
NIEBLA	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1
AÑOS CON DATOS	47	47	46	46	46	47	47	48	48	47	47	47	



Cuadro 7.4. Análisis del registro histórico de las Normales Climatológicas registradas en la Estación Meteorológica más cercana al sitio del Proyecto.

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL													
NORMALES CLIMATOLÓGICAS													
ESTADO: COAHUILA DE ZARAGOZA							PERIODO: 1951-2010						
ESTACIÓN: 00005036 SAN PEDRO				LATITUD: 25°45'26" N.		LONGITUD: 102°59'44" W.			ALTURA: 1,100.0 MSNM.				
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
GRANIZO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AÑOS CON DATOS	47	47	46	46	46	47	47	48	48	47	47	47	
TORMENTA ELÉCTRICA	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0.1
AÑOS CON DATOS	47	47	46	46	46	47	47	48	48	47	47	47	



Los escenarios de cambio climático son una representación del clima a futuro, los Modelos de Circulación General (MCG) son referidos durante un período histórico específico, brinda elementos para reproducir procesos atmosféricos de importancia para lugares específicos y se aplica a variables como: temperatura (mínima, máxima y promedio). y precipitación¹. A continuación se muestran los escenarios para estas variables en el sitio del Proyecto, para el futuro cercano que es una proyección hasta el año 2039 y el futuro lejano que es una proyección al año 2099 (ver Figura 7.7 a Figura 7.9). Para el sitio del Proyecto se observa que se tendrá un incremento en las temperaturas máximas de un rango de 33 a 36°C a un rango de 36 a 39°C, así como de las temperaturas mínimas de un rango de -1.3 a 3°C aumentará a un rango de 0.35 a 4.4°C, al año 2099; esto coincide con los pronósticos que se tienen a nivel global en cuanto al calentamiento global del planeta en donde se estiman incrementos en la temperatura de hasta 3°C. El Proyecto es considerado como una de las medidas de mitigación que se deben implementar a nivel mundial pues se hará el aprovechamiento de los recursos renovables como la energía solar para evitar la producción de gases de efecto invernadero, que son los principales causantes de este cambio climático. En cuanto a los patrones de precipitación tendrán una variación de 76 mm en el futuro cercano a un incremento de 86 mm para el año 2099.

¹ Cavazos, T., J. A. Salinas, B. Martínez, G. Colorado, P. de Grau, R. Prieto González, A. C. Conde Álvarez, A. Quintanar Isaías, J. S. Santana Sepúlveda, R. Romero Centeno, M. E. Maya Magaña, J. G. RoSAio de La Cruz, Ma. del R. Ayala Enríquez, H. Carrillo Tlazazanatza, O. Santiesteban y M. E. Bravo, 2013: ACTUALIZACIÓN DE ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA MÉXICO COMO PARTE DE LOS PRODUCTOS DE LA QUINTA COMUNICACIÓN NACIONAL . Informe Final del Proyecto al INECC, 150 pp. Con resultados disponibles en: <http://escenarios.inecc.gob.mx/index2.html>



Figura 7.7. Mapa de las temperaturas máximas en un futuro cercano (a) y un futuro lejano (b) para el sitio del Proyecto.

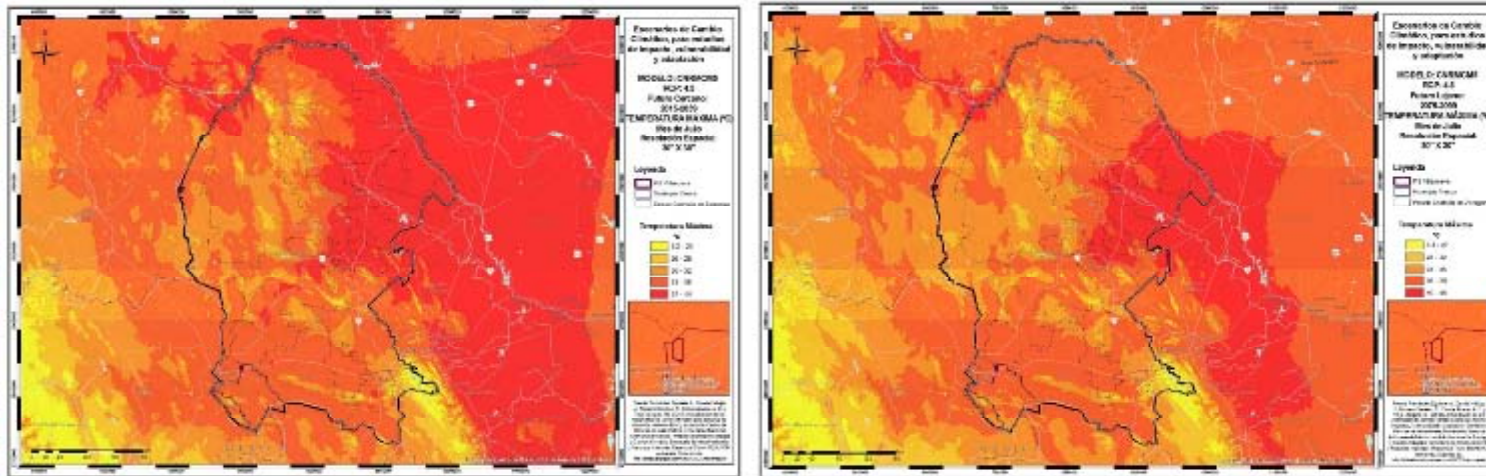


Figura 7.8. Mapa de las temperaturas mínimas en un futuro cercano (a) y un futuro lejano (b) para el sitio del Proyecto.

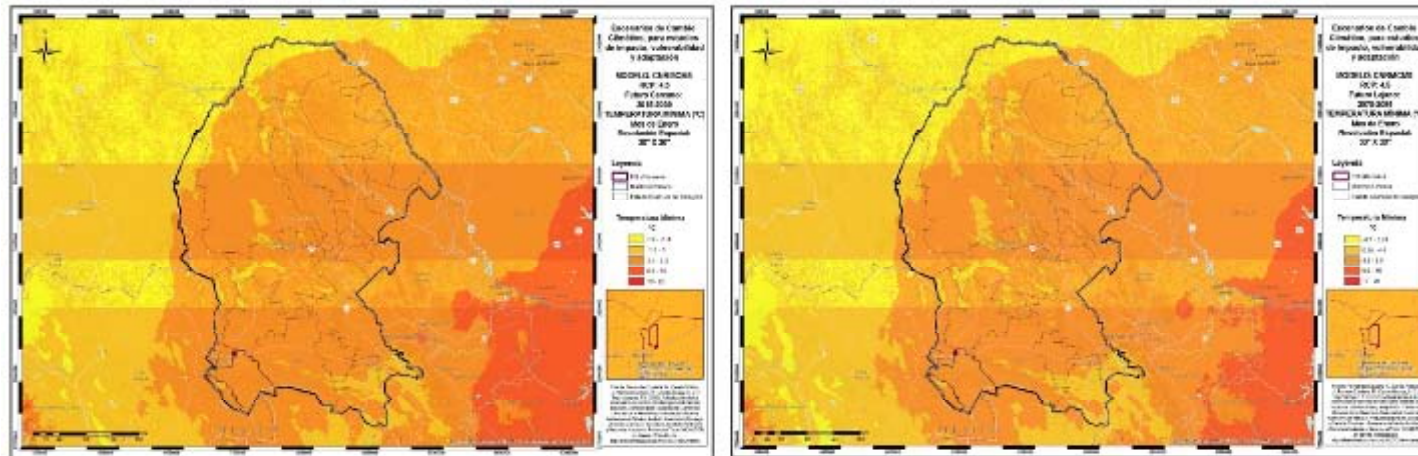
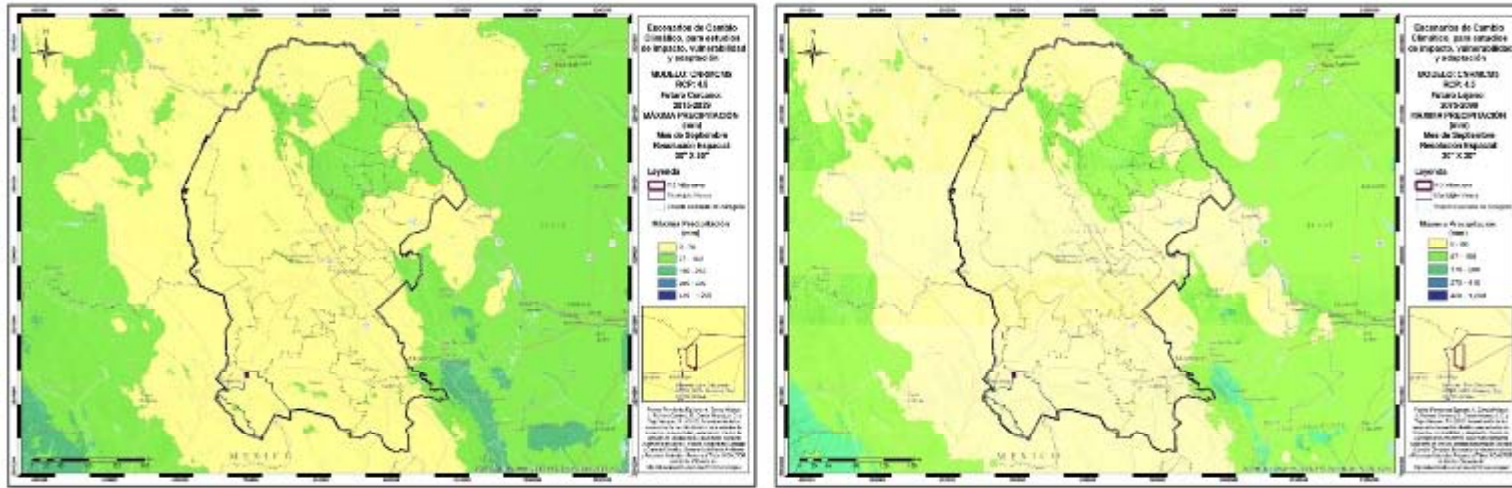


Figura 7.9. Mapa de la precipitación en un futuro cercano (a) y un futuro lejano (b) para el sitio del Proyecto.



CONTENIDO

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTEN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL -----	4
VIII.1 Metodología para el muestreo de vegetación -----	4
VIII.1.1 Selección de localidades de muestreo -----	4
VIII.1.2 Diseño de muestreo -----	5
VIII.1.3 Tamaño de la muestra -----	5
VIII.1.4 Establecimiento de los sitios de muestreo -----	6
VIII.1.5 Técnica para la medición de los atributos de la vegetación -----	8
VIII.1.6 Colecta de material botánico y herborización -----	9
VIII.1.7 Procesamiento de datos -----	11
VIII.2 Metodología para el muestreo de fauna -----	24
VIII.2.1 Aves -----	24
VIII.2.2 Mamíferos -----	24
VIII.2.3 Herpetofauna -----	26
VIII.2.4 Análisis en gabinete -----	26
VIII.2.5 Abundancia relativa -----	26
VIII.2.6 Indicadores de diversidad -----	27
VIII.2.7 Especies compartidas -----	28
VIII.3 Metodología evaluación del paisaje -----	28
VIII.3.1 Calidad visual del paisaje (CV) -----	29
VIII.3.2 Capacidad de absorción visual (CAV) -----	31
VIII.3.3 Grado de visibilidad (GV) -----	33
VIII.3.4 Calidad visual vulnerable (CVV) -----	34
VIII.4 Metodología del diagnóstico ambiental -----	35
VIII.4.1 Evaluación multicriterio o clasificaciones jerárquicas de Saaty -----	37
VIII.4.2 Ponderación de los criterios -----	38



VIII.5 Metodología para la evaluación de impacto ambiental -----	39
VIII.5.1 Etapas de trabajo de una Manifestación de Impacto Ambiental -----	40
VIII.5.2 Caracterización ambiental -----	41
VIII.5.3 Fase de identificación y evaluación de impactos -----	41
VIII.5.4 Metodología de evaluación y justificación de la metodología seleccionada -----	42
VIII.5.5 Obtención del valor del impacto -----	42
VIII.6 Literatura citada -----	49
VIII.7 Anexos-----	55

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 8.1. Material de muestreo de vegetación y equipo de protección personal. -----	7
Cuadro 8.2. Listado de sitios de muestreo realizados en el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto (Coordenadas UTM, Zona 13N, WGS 84). -----	19
Cuadro 8.3. Criterios utilizados para la evaluación de la calidad visual. -----	29
Cuadro 8.4. Factores considerados en la estimación de la capacidad de absorción visual del paisaje (CAV). -----	32
Cuadro 8.5. Clases de calidad visual vulnerable (CAV). -----	34
Cuadro 8.6. Criterios de valoración en la comparación por pares de los factores. -----	39
Cuadro 8.7. Clasificación y definición de los criterios utilizados para evaluar la significancia de impactos. -----	43
Cuadro 8.8. Escala ordinal utilizada para evaluar cada uno de los criterios de significancia. -----	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 8.1. Distribución sistemática de las estaciones que integra un sitio de muestreo.	7
Figura 8.2. Ubicación de los sitios de muestreo con ayuda de un GPS y delimitación de los sitios circulares de muestreo para la medición del estrato arbustivo.	10
Figura 8.3. Medición del estrato herbáceo, en diámetro de cobertura y altura.	10
Figura 8.4. Medición de altura y diámetro de la cobertura de los individuos que conforman el estrato arbustivo.	11



Figura 8.5. Medición del diámetro basal de especies leñosas y herborización de plantas en campo. 11

Figura 8.1 Localización de los sitios de muestreo de vegetación en el área del Proyecto (ubicación en sistema UTM, Zona 13N, WGS 84)..... 23



VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTEN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1 METODOLOGÍA PARA EL MUESTREO DE VEGETACIÓN

Los inventarios florísticos constituyen la forma de evaluar los recursos forestales y proporcionar nueva información cualitativa y cuantitativa sobre el estado, utilización, ordenación y tendencias de estos recursos. La evaluación cubre una extensa gama de variables biofísicas y socioeconómicas, proporcionando de esta forma una visión amplia y holística del uso del suelo en las áreas sujetas a cambio de uso del suelo para la construcción de infraestructura. En particular, la información se utiliza para planificar, diseñar y aplicar políticas y estrategias para la utilización sostenible y la conservación de los ecosistemas forestales, y para comprender las relaciones entre los recursos y los usuarios de esos recursos. Para lograr la caracterización de flora, así como la descripción de sus atributos estructurales de las comunidades vegetales, en el área de estudio del Proyecto Solar Fotovoltaico Villanueva (en lo sucesivo "el Proyecto"), se utilizó la siguiente metodología:

VIII.1.1 Selección de localidades de muestreo

La ubicación de cada sitio de muestreo fue establecida estratégicamente con la finalidad de obtener información de la flora existente en el área donde se pretende ejecutar el Proyecto, así como de su área de amortiguamiento. El método para el establecimiento de los sitios de muestreo de biodiversidad fue Selectivo, el cual consiste en el reconocimiento de los elementos que integran la superficie a partir de la observación y análisis de cartografía de uso del suelo y vegetación (INEGI SERIE I) y de imágenes satelitales (Google Earth), sobre las cuales se establece la distribución de sitios a muestrear, de acuerdo a la superficie cubierta por cada comunidad vegetal o tipo de uso del suelo.



VIII.1.2 Diseño de muestreo

Los métodos de muestreo que contemplan el uso de parcelas han sido una de las técnicas más utilizadas para la medición de atributos de la vegetación, siendo el método del cuadrante el más antiguo que se ha empleado para este tipo de trabajos. Las parcelas o sitios de muestreo pueden ser cuadrados, rectangulares o circulares y sus dimensiones dependen del diseño de muestreo seleccionado.

En este trabajo se utilizó el método de parcelas circulares y cuadrantes para obtener datos de los atributos estructurales de los individuos presentes en cada estrato (arbóreo, arbustivo y herbáceo) de las comunidades vegetales con distribución en el área de estudio. El método consiste en la delimitación de sitios circulares de 200 m² y 100 m² (dependiendo de su ubicación) para cuantificar el estrato arbustivo, 1,000 m² para el arbóreo (siempre y cuando exista) y un cuadrante de 2 m² para el herbáceo. Se decidió emplear este tipo de muestreo debido a que permite obtener información con alta confiabilidad, por su practicidad para dimensionar los sitios en campo y además porque facilita el levantamiento de datos en los tres niveles de la composición vertical de la vegetación.

VIII.1.3 Tamaño de la muestra

Según experiencias obtenidas en estudios realizados anteriormente, la intensidad de muestreo es aceptable cuando se establece en un rango de 1 a 10%, siendo mayormente notable cuando el porcentaje es de 2-4%.

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

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



Considerando lo anterior y para fines prácticos, optimizando tiempo y recursos económicos, la intensidad de muestreo que se utilizó en el presente estudio fue del 2%.

Una vez establecida la intensidad de muestreo, se realizó el cálculo del tamaño de la muestra empleando la siguiente ecuación:

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

Dónde:

n: Superficie a muestrear (ha)

IM: Intensidad de muestreo (%)

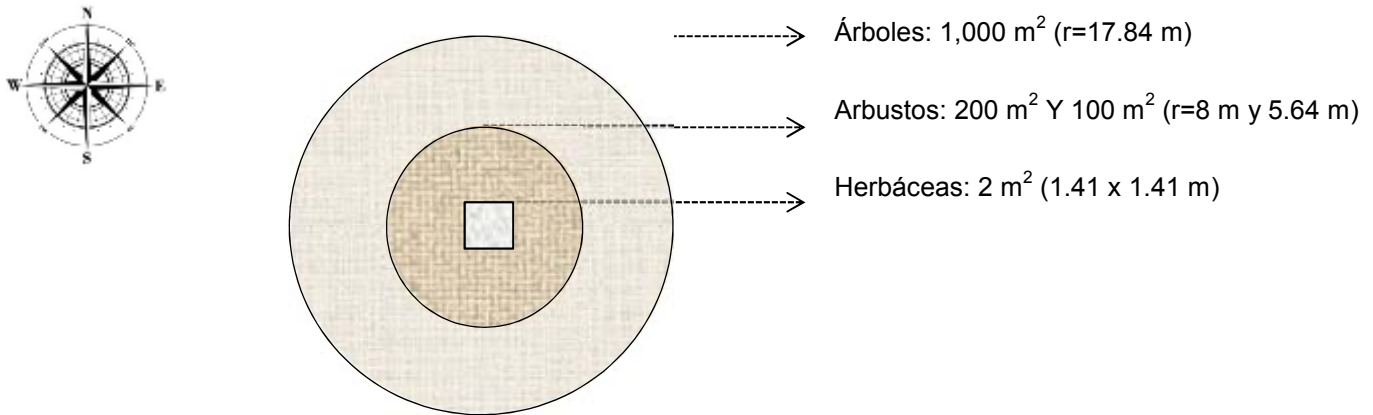
N: Superficie total (ha)

VIII.1.4 Establecimiento de los sitios de muestreo

Se establecieron sitios de muestreo para la medición estratificada de los tres niveles de la composición vegetal, realizándose de la siguiente manera: para la medición del estrato arbóreo se utilizaron parcelas circulares de 1,000 m² y para el estrato arbustivo de 200 m², las cuales fueron delimitadas con el apoyo de una cinta métrica, tomando como referencia la coordenada geográfica de localización del sitio (eje central) (ver **Figura 1**). El estrato herbáceo fue cuantificado utilizando un cuadrante de 2 m², el cual fue situado en el centro de referencia; previamente establecido con el apoyo de un sistema GPS y una baliza (ver **Figura 2**). También se realizó el marcado de los sitios, actividad que consistió en colocar una estaca de madera en el centro de cada parcela, esto con el objetivo de facilitar su posterior localización durante la etapa de verificación por la autoridad competente. Esta metodología se aplicó en el área del Proyecto, sin embargo, fue necesario modificar la dimensión de los sitios de medición de arbustos que fueron situados en las serranías que comprenden el área de amortiguamiento; los cuales se redujeron a 100 m².



Figura 8.1. Distribución sistemática de las estaciones que integra un sitio de muestreo.



Dónde:

r = radio del círculo

□ = Sitio de muestreo de herbáceas

○ = Sitio de muestreo de arbustos

Los sitios circulares de muestreo localizados en superficies plana que presentan escasa vegetación tienen una dimensión de 200 m², esto con el fin de caracterizar lo más posible a la flora presente, mientras que los sitios ubicados en laderas de cerros con pendientes pronunciadas y buena cantidad de vegetación son de 100 m².

En el caso de que una de las estaciones de muestreo fuera situada dentro de algún área impactada por actividades antropogénicas (vías de comunicación, áreas de cultivo u otras instalaciones), se procede a localizar una comunidad vegetal alejada de tales modificaciones y que, a su vez, sea representativa del tipo de vegetación dominante.

Cuadro 8.1. Material de muestreo de vegetación y equipo de protección personal.

Material de muestreo de vegetación		Equipo de protección personal
Cinta métrica de 5 m	Baliza de aluminio	Chaleco con bandas reflejantes
Cinta métrica de 25 m	Cuadrante de tuvo PVC	Lentes de protección contra el sol
Cinta diamétrica	Estacas de madera	Guantes de carnaza



Material de muestreo de vegetación		Equipo de protección personal
Sistema de localización (GPS)	Prensa botánica	Polainas
Martillo de geólogo	Guías botánicas	Casco o gorra
Tabla de campo	Cartas geográficas	Camisola de manga larga
Formato de campo	Pinzas de podar	Pantalón de mezclilla
Cámara fotográfica	Pistola haga	Botiquín de primeros auxilios

VIII.1.5 Técnica para la medición de los atributos de la vegetación

En cada sitio de muestreo se efectuó un reconocimiento de los elementos que integran el paisaje, los estratos presentes y las especies que los conforman. También se tomó información físico-ecológica (coordenadas, altitud y pendiente) y se identificó, además, la comunidad vegetal y las asociaciones que dominan, asimismo se registró información cualitativa del estado actual de la vegetación (grado de impacto en el área y el agente causal).

Las plantas del estrato herbáceo se midieron considerando el diámetro de cobertura de los individuos de cada una de las especies presentes dentro de la parcela, para las cuales se registró la altura promedio representativa dentro del estrato; este nivel vegetal es el primero en medirse, pues de esta manera se evita la destrucción de las plantas pequeñas antes de que sean medidas (**Figura 3**). Respecto a las plantas de crecimiento arbustivo, se midió el diámetro de cobertura aérea y también se identificó la altura promedio que más representa la posición de las plantas en el estrato, asimismo se registró el diámetro basal representativo de cada especie para la estimación de biomasa (**Figura 4**). La cobertura de las plantas se considera como si fuera de forma circular; sin embargo, cuando se presentan plantas con ramificación irregular, se miden dos diámetros cruzados y se registra el promedio de dichos diámetros observados. Para el caso del estrato arbóreo (cuando se presenta) se procede de la misma manera anexando la cubicación de trozas de los individuos cuando éstos cuentan con un diámetro a la altura de pecho (1.30 m desde la base) mayor a 5 cm. Se aclara que en el área de estudio las especies que en condiciones particulares pueden crecer de forma arbórea fueron registradas en el estrato arbustivo, debido al escaso crecimiento en



altura y en diámetro de fuste principal que presentan, además de su crecimiento irregular a causa del aprovechamiento informal para la elaboración de carbón.

Las mediciones se realizaron directamente con las herramientas de medición forestal y la información levantada en cada sitio de muestreo fue registrada en un formato de campo para utilizarse en posteriores análisis (Figura 5). Los formatos para la toma de datos de campo de los atributos de la vegetación se muestran en apartados siguientes.

VIII.1.6 Colecta de material botánico y herborización

Durante las mediciones para el inventario florístico solamente se recolectaron muestras botánicas de las especies que no fueron identificadas en campo, se procuró herborizar ramillas con estructuras florales y fructíferas (excepto cactáceas).

Las estructuras fueron herborizadas con la técnica de prensado y secado para ser enviadas posteriormente al herbario ANSM (siglas del herbario de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicado en Saltillo, Coahuila). Para la identificación de las plantas se utilizaron claves o bien por cotejo con ejemplares herborizados. También se tomaron fotografías de las plantas que se presentaron en los sitios y de aquellas que no fueron posibles su colecta (especialmente especies de la familia Cactaceae). Posteriormente, se realizaron los listados florísticos de las especies registradas en campo.



Figura 8.2. Ubicación de los sitios de muestreo con ayuda de un GPS y delimitación de los sitios circulares de muestreo para la medición del estrato arbustivo.



Figura 8.3. Medición del estrato herbáceo, en diámetro de cobertura y altura.



Figura 8.4. Medición de altura y diámetro de la cobertura de los individuos que conforman el estrato arbustivo.



Figura 8.5. Medición del diámetro basal de especies leñosas y herborización de plantas en campo.



VIII.1.7 Procesamiento de datos

El manejo de los datos obtenidos en el sumario de los datos de muestreo, como producto de la medición de la vegetación de los estratos leñoso y herbáceo se fundamenta en Muller-Dombois y Ellenberg (1974).



VIII.1.7.1 Densidad, Dominancia, Frecuencia relativa y Valor de importancia

Con la información obtenida del estrato herbáceo y leñoso se calcularon los atributos de la vegetación, tales como densidad, dominancia y frecuencia de las especies dentro de la vegetación, consecuentemente se obtuvo el valor de importancia ecológica.

Para el cálculo de los atributos de la vegetación se emplearon las siguientes formulas:

$$Densidad = \frac{\text{Número de individuos}}{\text{Área muestreada}}$$

$$Densidad\ relativa = \frac{\text{Densidad por especie}}{\text{Densidad total de todas las especies}} \cdot 100$$

$$Dominancia = \frac{\text{Área cubierta o área basal}}{\text{Área muestreada}}$$

$$Dominancia\ relativa = \frac{\text{Dominancia por especie}}{\text{Dominancia total de todas las especies}} \cdot 100$$

$$Frecuencia = \frac{\text{Número de parcelas con la especie}}{\text{Número total de parcelas}}$$

$$Frecuencia\ relativa = \frac{\text{Frecuencia de la especie}}{\text{Suma de la frecuencia de todas las especies}} \cdot 100$$

Finalmente, se obtuvo el valor de importancia por especie con la sumatoria de los valores relativos de cada uno de los atributos ecológicos:

$$Valor\ de\ importancia = \frac{\text{Dens. rel.} + \text{Dom. rel.} + \text{Frec. rel.}}{3}$$



VIII.1.7.2 Densidad de plantas por hectárea

Para obtener la densidad de los individuos de cada especie por hectárea, se realizó la extrapolación del valor de densidad obtenido en los sitios de muestreo de 2 m² y 200 m² a valores por hectárea (10,000 m²).

VIII.1.7.3 Estimación de la diversidad vegetal

Según Magurran (1988), el índice de Shannon es uno de los métodos más utilizados para cuantificar la diversidad vegetal, por lo que la diversidad vegetal y su equitatividad fueron estimadas mediante la aplicación de este índice, para lo cual se utilizaron los listados florísticos, así como la densidad relativa de las especies que integran las comunidades vegetales presentes en el área. De acuerdo con los valores de diversidad actual y diversidad máxima, obtenidos para cada una de las comunidades vegetales, se estimó la equitatividad, siendo éste un cociente de ambos valores de diversidad, expresada en porcentaje.

El **índice de Shannon-Wiener** tiene gran aceptación en el medio académico como un indicador de la diversidad, debido a que toma en cuenta no solamente el número de especies diferentes sino, además, sus proporciones relativas y, por tanto, es de mayor confiabilidad que el simple listado florístico. La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$I.S. = - \sum P_i \ln (P_i)$$

Donde:

I.S. = Índice de Shannon obtenido (diversidad actual)

P_i = $F_{ri} / \sum F_{ri}$

F_{ri} = Frecuencia de la especie i

$\sum F_{ri}$ = Sumatoria de todas las frecuencias de todas las especies observadas

El **índice de equitatividad** es una medida de la distribución de las proporciones relativas de las especies: a medida que dicho índice se acerque a 100%, se interpreta que



las especies ocurren con valores muy cercanos o iguales entre sí. Por el contrario, a medida que los valores tienden a cero, indicarán que una o pocas especies ocurren con mayor frecuencia que las restantes. La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$I.E. = (I.S. / Div. Max.) * 100$$

Donde:

I.E. = Índice de equitatividad

I.S. = Índice de Shannon obtenido (diversidad actual)

Div. Max. = Ln(N) Diversidad máxima potencial

N = Número de especies



FORMATO DE MUESTREO DE BIODIVERSIDAD

Fecha:
No. de sitio:
Nombre de la obra:
Comunidad vegetal:
Especies asociadas:
Observaciones generales:

Especies dominantes por estrato:

a).- Abundancia (Muy abundante, abundante, escaso, ausente)

Coordenadas y Altitud del Sitio de Muestreo:

ID: _____ Datum: _____

Latitud: _____ Longitud: _____ Altitud: _____ msnm.

DATOS DEL ESTRATO HERBÁCEO (Cuadrante de 2 m²)

Número de estación	Especie	Diámetro de copa (cm)	Altura (cm)



Cuadro 8.2. Listado de sitios de muestreo realizados en el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto (Coordenadas UTM, Zona 13N, WGS 84).

ÁREA	SITIO	ZONA	COOR_X	COOR_Y	USV
AI	1	13	693483	2830413	Da
AI	2	13	695328	2834309	Da
AI	3	13	695702	2827228	Da
AI	4	13	695952	2826683	Da
AI	5	13	695966	2827807	Da
AI	6	13	696068	2827377	Da
AI	7	13	696479	2827044	Da
AI	8	13	696537	2828298	Da
AI	9	13	696545	2828258	Da
AI	10	13	696545	2831018	Da
AI	11	13	696550	2832553	Da
AI	12	13	696573	2828262	Da
AI	13	13	696575	28270	Da
AI	14	13	696575	2828297	Da
AI	15	13	696580	2828067	Da
AI	16	13	696599	2828300	Da
AI	17	13	696603	2828258	Da
AI	18	13	696611	2828280	Da
AI	19	13	696631	2828300	Da
AI	20	13	696631	2828258	Da
AI	21	13	696696	2827273	Da
AI	22	13	696775	2833876	Da
AI	23	13	696911	2829535	Da
AP	1	13	694093	2832268	Da
AP	2	13	694096	2830735	Da
AP	3	13	694458	2829060	Da
AP	4	13	694639	2831544	Da
AP	5	13	694832	2828343	Da
AP	6	13	694888	2830439	Da
AP	7	13	694960	2833535	Da
AP	8	13	694981	2829371	Da
AP	9	13	695102	2832430	Da
AP	10	13	695339	2830359	Da
AP	11	13	695414	2831196	Da
AP	12	13	695532	2832881	Da
AP	13	13	695830	2831449	Da
AP	14	13	695861	2829984	Da
AP	15	13	695898	2833068	Da
AP	16	13	695925	2831859	Da
AP	17	13	696197	2833648	Da
AP	18	13	696293	2828921	Da
AP	19	13	696306	2831031	Da
AP	20	13	696308	2830672	Da
AP	21	13	696326	2828388	Da



ÁREA	SITIO	ZONA	COOR_X	COOR_Y	USV
AP	22	13	696434	2828369	Da
AP	23	13	696501	2828160	Da
AP	24	13	696502	2827423	Da
AP	25	13	696504	2827587	Da
AP	26	13	696514	2827939	Da
AP	27	13	696534	2827819	Da
AP	28	13	696544	2833657	Da
SA	1	13	682347	2833462	Da
SA	2	13	682530	2835991	CR-Msi
SA	3	13	682934	2839114	CR-Msi
SA	4	13	684477	2838597	CR-Msi
SA	5	13	684649	2836108	Mi
SA	6	13	684881	2840085	CR-Msi
SA	7	13	685231	2840920	CR-Msi
SA	8	13	685389	2831635	Mi
SA	9	13	686018	2838407	Msi
SA	10	13	686100	2830303	CR-Msi
SA	11	13	686599	2838073	Msi
SA	12	13	686849	2837062	CR-Msi
SA	13	13	687407	2833358	ME
SA	14	13	687612	2839305	CR-Msi
SA	15	13	688093	2829616	CR-Msi
SA	16	13	688337	2835712	ME
SA	17	13	688641	2831443	CR-Msi
SA	18	13	688958	2837981	CR-Msi
SA	19	13	689824	2834155	Msi
SA	20	13	689895	2830124	CR-Msi
SA	21	13	690240	2831701	CR-Msi
SA	22	13	690642	2827588	Mi
SA	23	13	690800	2835285	Msi
SA	24	13	691189	2829499	CR-Msi
SA	25	13	691833	2836487	Da
SA	26	13	692471	2828649	CR-Msi
SA	27	13	692573	2834950	CR-Msi
SA	28	13	693155	2829647	Da
SA	29	13	693206	2833113	Msi
SA	30	13	693339	2827073	Msi
SA	31	13	693375	2831632	Da
SA	32	13	693516	2835961	Da
SA	33	13	693579	2827349	Msi
SA	34	13	693600	2821525	ME
SA	35	13	693944	2827160	Msi
SA	36	13	693999	2826985	Msi
SA	37	13	694356	2826968	Msi
SA	38	13	694655	2827024	CR-Msi
SA	39	13	694726	2826886	Msi
SA	40	13	694933	2826943	CR-Msi



ÁREA	SITIO	ZONA	COOR_X	COOR_Y	USV
SA	41	13	695090	2821764	Da
SA	42	13	695146	2827233	CR-Msi
SA	43	13	695242	2838211	Da
SA	44	13	695578	2834626	Da
SA	45	13	695662	2820670	Da
SA	46	13	695994	2835409	ME
SA	47	13	696670	2834558	ME
SA	48	13	697107	2831485	Da
SA	49	13	697153	2831857	Da
SA	50	13	697194	2827531	Da
SA	51	13	697261	2833385	ME
SA	52	13	697280	2826890	Da
SA	53	13	697364	2828708	Da
SA	54	13	697416	2824807	Da
SA	55	13	697445	2830305	Da
SA	56	13	697506	2833206	ME
SA	57	13	697575	2832554	Da
SA	58	13	697623	2831049	Da
SA	59	13	697744	2834323	ME
SA	60	13	697864	2829561	Da
SA	61	13	697984	2830585	Da
SA	62	13	698295	2832005	Da
SA	63	13	698380	2831283	Da
SA	64	13	698429	2829726	Da
SA	65	13	698480	2830668	Da
SA	66	13	698505	2833672	Da
SA	67	13	698543	2833009	Da
SA	68	13	698719	2836624	ME
SA	69	13	698869	2828843	Da
SA	70	13	698902	2831612	Da
SA	71	13	698915	2832438	Da
SA	72	13	699416	2833155	Da
SA	73	13	699489	2831260	Da
SA	74	13	699572	2825792	Da
SA	75	13	699631	2821140	Da
SA	76	13	700121	2833929	Da
SA	77	13	700159	2830745	Da
SA	78	13	700201	2828355	Da
SA	79	13	700560	2840202	Da
SA	80	13	701125	2823628	Da
SA	81	13	701270	2826200	Da
SA	82	13	701482	2820750	Da
SA	83	13	702229	2837923	Da
SA	84	13	702508	2821252	Da
SA	85	13	703025	2822197	Da
SA	86	13	703065	2835069	Da
SA	87	13	703213	2829274	Da



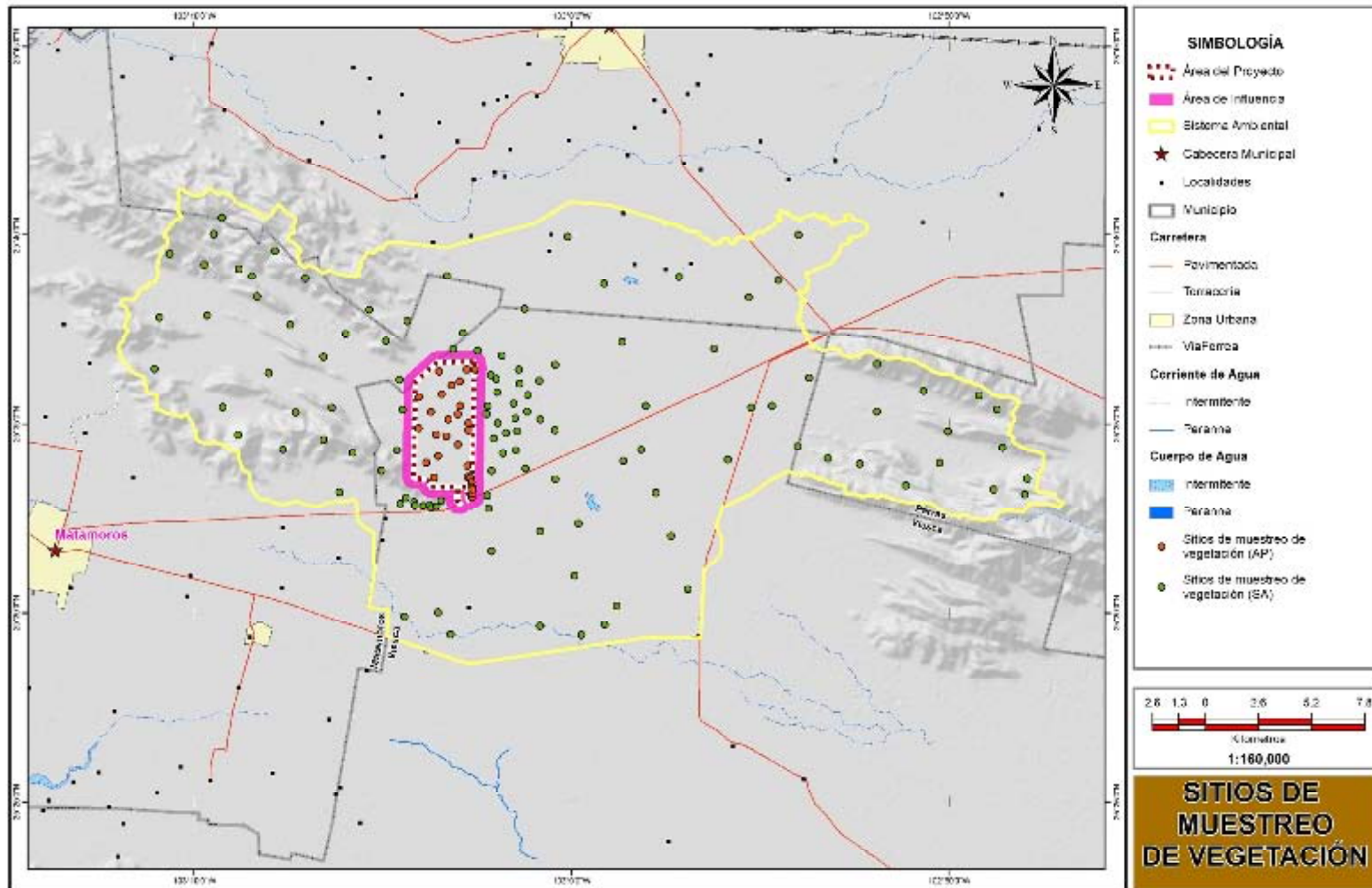
ÁREA	SITIO	ZONA	COOR_X	COOR_Y	USV
SA	88	13	703995	2829826	Da
SA	89	13	704165	2831983	Da
SA	90	13	704683	2827758	Da
SA	91	13	705390	2825661	Da
SA	92	13	705546	2838311	ME
SA	93	13	706159	2823048	ME
SA	94	13	707151	2834815	Da
SA	95	13	707850	2829395	Da
SA	96	13	708643	2837341	ME
SA	97	13	708852	2831975	Da
SA	98	13	709765	2832063	Da
SA	99	13	709955	2838230	ME
SA	100	13	710814	2840440	ME
SA	101	13	710943	2830115	Da
SA	102	13	711383	2833476	Da
SA	103	13	712282	2829560	CR-Msi
SA	104	13	713710	2829293	Mi
SA	105	13	714392	2834182	CR-Msi
SA	106	13	714409	2831854	Da
SA	107	13	715756	2828271	CR-Msi
SA	108	13	716477	2832923	CR-Msi
SA	109	13	717264	2829389	CR-Msi
SA	110	13	717585	2830954	CR-Msi
SA	111	13	718944	2832732	CR-Msi
SA	112	13	719665	2828161	CR-Msi
SA	113	13	719748	2832052	CR-Msi
SA	114	13	720025	2830189	CR-Msi
SA	115	13	721050	2827938	CR-Msi
SA	116	13	721156	2828698	CR-Msi

Simbología:

COMUNIDAD VEGETAL	CLAVE	SITIOS
CRASI-ROSULIFOLIOS ESPINOSOS MATORRAL SUBINERME	CR-Msi	31
VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS	Da	73
MATORRAL ESPINOSO	ME	12
MATORRAL INERME	Mi	4
MATORRAL SUBINERME	Msi	11
TOTAL		131



Figura 8.1 Localización de los sitios de muestreo de vegetación en el área del Proyecto (ubicación en sistema UTM, Zona 13N, WGS 84).



VIII.2 METODOLOGÍA PARA EL MUESTREO DE FAUNA

VIII.2.1 Aves

El conteo de aves se llevó a cabo mediante el método conocido como "Conteo en transectos de banda". Consistió en recorrer una distancia aproximada a 1,500 m lineales, contabilizando todas las aves observadas a 20 m a cada lado del eje del transecto, en caso que éste sea un punto de observación se tomaron los registros de las especies (para cuerpos de agua). El muestreo se realizó a pie, preferentemente entre las 7:00 y las 9:00 a.m. coincidiendo con el periodo de mayor actividad. Se registraron todos los avistamientos de aves y se tomaron fotografías a las especies encontradas en el área de estudio. Para la observación de aves se usaron binoculares 10 x 50 mm y cámaras semi-profesionales.

VIII.2.2 Mamíferos

Para el muestreo de carnívoros se establecieron estaciones odoríferas en el área de estudio (donde la vegetación y las condiciones climáticas lo permitían). Las estaciones consistieron en remover la vegetación en 1 m², posteriormente se cribó suelo sobre esta área hasta formar una capa de suelo fino que permitiera el marcado de huellas al momento de ser visitado por los animales.

El atrayente utilizado en las estaciones fue sardina en salsa de tomate, colocado en el centro de la estación durante la tarde y revisado a la mañana siguiente. Para comprobar la operación correcta de la estación se marcó la huella del pie de uno de los integrantes de la brigada en cada estación, a favor de registrar los diversos factores que pudieran mermar la capacidad para registrar y retener huellas (lluvia, ventiscas, etc.). Sólo se tomaron en cuenta las visitas de mamíferos medianos (coyotes, felinos, mapaches, tlacuaches entre otros), descartándose especies como roedores y aves, así como de venado, ganado vacuno y caprino.



Se establecieron series de trampas Tomahawk y Sherman distribuidas a lo largo de caminos y brechas, cerca de madrigueras y senderos. En los siguientes apartados se explica el procedimiento para el establecimiento de trampas.

VIII.2.2.1 Trampas Tomahawk

Las especies más susceptibles de caer en trampas Tomahawk son los zorrillos, mapaches, tlacuaches y similares, no descartando la posibilidad de otras especies como roedores. La ubicación y distribución de las trampas varió de acuerdo a las condiciones que presentaba la vegetación, que en general fue a una equidistancia de 300 m. El cebo empleado fue sardina en salsa de tomate y melón esto para proporcionarle al animal un olor con el que está más familiarizado.

VIII.2.2.2 Trampas Sherman

El atrayente utilizado en este tipo de trampas es una mezcla de crema de cacahuate, avena y vainilla líquida, al igual que en trampas Tomahawk se puso melón. Las trampas se colocaron en lugares estratégicos (arbustos, matorrales, madrigueras, etc.) durante la noche y revisadas a la mañana siguiente. Los ejemplares capturados fueron identificados, fotografiados y liberados de manera inmediata, evitando lastimarlos y generarles el menor estrés posible.

VIII.2.2.3 Cámaras trampa

Para la colocación de cámaras trampa se utilizaron diferentes tipos de cebo como (vinagre de manzana, frutas y vísceras de pollo y cerdo) esto para generar olores que identifique la fauna, sea herbívora o carnívora. La colocación de cámaras trampa constó en identificar lugares como escurrimientos en laderas que pudieran usar la fauna, veredas con rastros de algún tipo, de igual manera se analizó en campo el grado de conservación del sitio. Los sitios donde se ubicaron las cámaras trampa fueron F03, F04, F06, F16B, F36, F37 y F41.



VIII.2.3 Herpetofauna

Para reptiles se utilizó el mismo tipo de muestreo que para aves "Conteo en transectos de banda", con la adaptación del ancho del transecto disminuyéndose a 6 m. Durante el muestreo se buscó en micro hábitats que ocupa este grupo como, troncos, rocas, ramas o algún tipo de material que pudieran servir como refugio o protección, de igual forma estos micro hábitats fueron colocados en su forma original para evitar el menor impacto y que estos organismos puedan seguir utilizándolos. Los transectos realizados fueron los mismos que en el caso de las aves, el horario dependió de la biología del grupo ya que algunas especies pueden estar más activas en un horario de 7:00 a 10:00 a.m., un claro ejemplo son la lagartija cornuda de cola redonda (*Phrynonosoma modestum* Lagartija cornuda cola redonda) y el huico marmoleado (*Aspidoscelis marmorata* – Huico marmoleado), algunas otras en un horario más crepuscular 6:00 a 8:00 p.m., (*Crotaphytus antiquus* – Lagartija de collar de Torreón), víbora de cascabel diamantada (*Crotalus atrox* – Casacabel diamantada) y en caso de anfibios y algunos reptiles, sólo se pueden observar en un horario nocturno, 10:00 a.m. a 12:00 p.m., como es el caso del sapo texano (*Anaxyrus speciosus* – sapo texano) y el gecko de bandas del noreste (*Coleonyx brevis* – Gecko de bandas del noreste). Para el caso de los recorridos nocturnos no se realizó en todos los sitios de muestreo, esto debido a la inseguridad que presenta el área. Los sitios que presentaron un recorrido nocturno fueron F16A, F16B, F28, F30, F33 y F37.

VIII.2.4 Análisis en gabinete

Posterior al levantamiento de datos en campo, estos fueron capturados en una hoja de cálculo Excel, en donde se analizaron los datos con apoyo de herramientas del mismo programa, mayormente *Tablas Dinámicas*.

VIII.2.5 Abundancia relativa

Las abundancias relativas grupales fueron obtenidas con el apoyo de tablas dinámicas, herramienta propia del programa Excel, la cual determina el porcentaje que



representa cada especie según la cantidad de organismos observados en un tipo de vegetación respecto al total de organismos de todas las especies identificadas para este mismo tipo de vegetación por grupo faunístico.

$$AR = \frac{\text{Número de organismos por especie}}{\text{Total de organismos de todas las especies}} \times 100$$

VIII.2.6 Indicadores de diversidad

Estos fueron obtenidos con apoyo del programa *PAleontological STatistics Version 3.1*, de los cuales se tomaron:

Riqueza de especies (*Number of taxa* (S)) por grupo faunístico que contabiliza únicamente el número de especies sin tomar en cuenta ningún parámetro.

Asimismo, la **dominancia** de especies (*Dominance=1-Simpson index*), con rango de valor de 0 (todos los taxos son igualmente presentes) a 1 (un taxón domina la comunidad)

$$D = \sum_i \left(\frac{n_i}{n} \right)^2$$

En donde n_i es el número de individuos por taxón i .

El índice de **Shannon-Wiener** (*entropy*). Un índice de diversidad, toma en cuenta el número de individuos, así como el número de taxones. Varía desde 0 para las comunidades con un sólo taxón a valores altos para las comunidades con muchos taxones, cada uno con pocos individuos.

$$H = - \sum_i \frac{n_i}{n} \ln \frac{n_i}{n}$$



VIII.2.7 Especies compartidas

Para determinar la similitud de especies entre el área del Proyecto y área de microcuena, únicamente se consideraron los tipos de vegetación muestreados para el área del Proyecto, el valor de similitus se estimó con apoyo del programa estadístico *Estimates 9.10* mediante formularios de muestras múltiples, tomando de sus indicadores el de Bray-Curtis (= cuantitativa Sørensen), que es igual a 1 en casos de similaridad completa e igual a 0 si los contextos en este caso, son disimilares y no tienen especies en común.

$$C_N = \frac{2jN}{aN + bN}$$

Donde aN es el número total de individuos en el contexto A (área del Proyecto), bN es el número total de individuos en el contexto B (área de la microcuena) y jN es la suma de las abundancias menores de las especies encontradas en ambos contextos.

VIII.3 METODOLOGÍA EVALUACIÓN DEL PAISAJE

El análisis del paisaje en la región (Suroeste del estado de Coahuila) donde se desarrollará el Proyecto, se realizó considerando criterios geo-ecológicos y de relieve con el objetivo principal de obtener la Calidad Visual Vulnerable (CVV) como un indicador en función de la Calidad Visual (CV), Capacidad de Absorción Visual (CAV) y de la Visibilidad (V), en la región del estudio como un indicador para obtener el estado inicial de este atributo y poder evaluar el impacto ambiental que el Proyecto pudiera generar sobre el paisaje. Este se subdividió en Unidades de Paisaje que se conformaron con base al tipo de vegetación y uso de suelo.

Las variables que se evaluaron para cada una se presentan en las siguientes secciones.



VIII.3.1 Calidad visual del paisaje (CV)

La Calidad Visual del Paisaje referida como la valoración del atractivo visual, está en función de propiedades tales como: color, contraste o forma, que dependen de la morfología del relieve, el tipo de vegetación y la presencia de cuerpos de agua entre otros. Algunas de las actividades a realizar por el Proyecto, pueden tener repercusiones sobre la calidad visual, por citar algunos ejemplos se trata de la construcción de caminos e estructuras diversas que sobresalen a la vegetación con las cuales se irá transformando el paisaje.

Si consideramos que el paisaje está formado por piezas o parches de un mosaico (por denotar que están ensamblados), cada parche está compuesto por diferentes cubiertas de suelo, entre las que se consideran los usos del suelo de origen humano (infraestructura de diferente tipo, agricultura, asentamientos humanos, etc.), así como las diferentes comunidades vegetales. Al ser la cubierta del suelo la parte fácilmente perceptible, en el presente estudio se tomó como base en la definición de unidades del paisaje, además para caracterizarlas, su posición en el relieve, estado de conservación e intensidad de uso. A cada unidad del paisaje se les asignó un valor de calidad visual considerando los criterios que se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 8.3. Criterios utilizados para la evaluación de la calidad visual.

Ponderación	5	3	1
Morfología	Relieve muy montañoso, marcado y prominente (acantilados, agujas ígneas, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado o sistema de dunas; o presencia de algún rasgo muy singular y dominante (glaciares).	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes pero no dominantes o excepcionales.	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular.
Ponderación	5	3	1
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y	Algunas variedades en la vegetación, pero sólo uno o	Poca o ninguna variedad o contraste



Ponderación	5	3	1
	distribución interesantes.	dos tipos.	en la vegetación.
Ponderación	5	3	0
Hidrología	Factor dominante en el paisaje; apariencia limpia y clara, aguas blancas (rápido y cascado) o láminas de agua en reposo.	Agua en movimiento o en reposo pero no dominante en el paisaje.	Ausente o inapreciable
Ponderación	5	3	1
Color	Combinaciones de color intensa y variada, o contrastes agradables entre suelo, vegetación, roca, agua y nieve.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contrastes, colores apagados.
Ponderación	5	3	0
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto.	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto.
Ponderación	6	2	1
Rareza	Único o poco común, o muy raro en la región, posibilidad real de contemplar fauna y vegetación de manera excepcional.	Característico, aunque similar a otros en la región.	Bastante común en la región.
Ponderación	2	1	0
Actividades humanas	Libre de actividades estéticamente indeseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual.	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en una totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.



A cada unidad de vegetación contenida en cada unidad del paisaje y para cada una de estas variables, se les calificó de acuerdo al cuadro anterior, posteriormente, la suma total fue la valoración de calidad visual de cada Unidad Paisajística. Finalmente, se establecieron tres clases de calidad visual del paisaje en función del valor obtenido.

$$CV = \sum(M, V, H, C, FE, R, AH)$$

Donde:

CV = Calidad visual.

M = Morfología.

V = Vegetación.

H = Hidrología.

C = Color.

FE = Fondo escénico.

R = Rareza.

AH = Actividades humanas.

VIII.3.2 Capacidad de absorción visual (CAV)

La capacidad de absorción visual es la capacidad que tiene un paisaje para acoger actuaciones propuestas sin que se produzcan variaciones en su carácter visual, lo que centra la atención. Su valoración se realiza también a través de factores biofísicos ponderados individualmente.

Esta variable es lo opuesto al concepto de "fragilidad visual", que es la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se hace un uso de éste, en otras palabras expresa el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones. De acuerdo con lo anterior, a mayor capacidad de absorción visual corresponde menor fragilidad o vulnerabilidad visual.



Son varios los elementos que intervienen en la CAV del paisaje, como son: las características ambientales de la cuenca que aumentan o disminuyen su capacidad de absorción visual, y que depende de factores como altura de la vegetación y características topográficas como la pendiente, orientación y susceptibilidad a la erosión. Otros parámetros utilizados son la diversidad de elementos y formas de la vegetación y el grado de actuación humana ya presente en el paisaje. Los criterios considerados en la estimación de este parámetro del paisaje se presentan en el Cuadro 4.

Igualmente para calificar las unidades del paisaje en los factores R, D, C y V. Para los factores de Pendiente (P) y de Estabilidad y Erodabilidad del suelo (E) se generaron capas de información en Sistemas de información Geográfica (ArcGis) derivando la pendiente del modelo digital de elevación obtenido de la plataforma del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), de 15 m de resolución, y con éste y otras coberturas como vegetación y usos del suelo, edafología y topofomas, se generó el mapa de riesgos de erosión, de acuerdo a la metodología de la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo (Wischmeier y Smith, 1978).

Cuadro 8.4. Factores considerados en la estimación de la capacidad de absorción visual del paisaje (CAV).

FACTOR	CONDICIONES	PUNTAJES	
		NOMINAL	NUMÉRICO
Pendiente (P)	Inclinado (Pendiente > 55%)	Bajo	1
	Inclinación suave (25 -capac 55 %Pendiente)	Moderado	2
	Poco Inclinado (0 - 25 % de pendiente)	Alto	3
Estabilidad del suelo y Erodabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgos altos de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial	Bajo	3
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial	Moderado	2
	Poca restricción por bajos riesgos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	1
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Bajo	1
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Alto	3
Diversidad de vegetación (D)	Eriales, prados y matorrales	Bajo	1
	Coníferas, repoblaciones	Moderado	2
	Diversificada (mezcla de claros y bosques)	Alto	3



FACTOR	CONDICIONES	PUNTAJES	
		NOMINAL	NUMÉRICO
Actuación humana (C)	Fuerte presencia antrópica	Alto	3
	Presencia moderada	Moderado	2
	Casi imperceptible	Bajo	1
Contrastes de color (V)	Elementos de bajo contraste	Bajo	1
	Contraste visual moderado	Moderado	2
	Contraste visual alto	Alto	3

La CAV se obtuvo en el SIG con el uso de la calculadora de mapas, mediante la siguiente expresión:

$$CAV = P \times \sum(E, R, D, C, V)$$

Donde:

P = Pendiente

D = Diversidad de la vegetación

E = Estabilidad del suelo
y Erodabilidad

V = Contraste de color

C = Actuación humana

R = Potencial estético

VIII.3.3 Grado de visibilidad (GV)

Para fines del estudio, la visibilidad es el espacio geográfico desde donde puede ser visto un proyecto o actuación humana, en otras palabras su incidencia visual, que depende de la conformación del terreno, de propiedades de la vegetación y de las dimensiones propias del proyecto en particular. La determinación de la cuenca visual es fundamental para el análisis de visibilidad, esta cuenca no es más que la zona visible desde un punto dado y se puede aplicar también a un conjunto de puntos próximos entre sí que constituyen un objeto y considerarla como la porción de territorio desde donde puede ser vista.

Para el caso del Proyecto, el estudio de visibilidad se realizó a partir de la determinación de las cuencas visuales contempladas desde el área que potencialmente será la más visible.



De esta manera, y tomando en cuenta el hecho de que es la misma distancia, la que se refiere a la que puede ser visto un objeto, como la que un observador puede visualizar el objeto, la cuenca visual expresa las direcciones y distancias a las que el proyecto puede ser visto. De acuerdo con el concepto de intervisibilidad y a la metodología desarrollada en el presente estudio, se considera que cada punto tiene la misma visibilidad entre ellos mientras no existan objetos intermedios, es decir, la visibilidad de un punto será la misma del objetivo al observador y del observador al objetivo, sin consideraciones de distancia. Sin embargo, para lograr un panorama más claro, mediante herramientas SIG se desarrollaron áreas de visibilidad a cada 500 m de un centroide de origen realizado a partir de las obras.

VIII.3.4 Calidad visual vulnerable (CVV)

Para evaluar la sensibilidad al deterioro del paisaje del área, se utilizó el índice de Calidad Visual Vulnerable (CVV) en función de los atributos del paisaje antes expuestos (CV, CAV y V) de la siguiente manera:

$$CVV = CV + CAV + V$$

Donde:

CVV = Calidad Visual Vulnerable

CV = Calidad Visual

CAV = Capacidad de Absorción Visual

V = Visibilidad

Aplicando la expresión anterior, se obtuvo la CVV para la totalidad del Sistema Ambiental (SA), y se calificó cada una de ellas con los rangos de clase que se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 8.5. Clases de calidad visual vulnerable (CAV).

CVV	VALOR NUMÉRICO	CLASE
1 - 3	1	BAJA



4 - 6	2	MEDIA
7 - 9	3	ALTA

VIII.4 METODOLOGÍA DEL DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

A través de la identificación, caracterización y descripción de cada uno de los factores y componentes ambientales, se desarrolla el diagnóstico ambiental que permite conocer la situación actual de los recursos naturales. Con la información que se logra generar con el diagnóstico, se crea la posibilidad de estimar diferentes escenarios del medio, que a su vez permite conocer la tendencia al cambio del uso del suelo.

Los aspectos considerados en la valoración del ambiente son los siguientes:

- **Diversidad**, representada por la riqueza de especies de flora y fauna.
- **Cobertura de la vegetación**, como estimador de abundancia de ésta y el valor como protección al suelo.
- **Naturalidad**, relacionado con el grado de modificación de las comunidades biológicas por elementos exóticos, también considera grado de cambio natural debido a perturbaciones por uso y/o manejo.
- **Representatividad**, relativo a las condiciones originales y primarias.
- **Fragilidad**, relacionada a los aspectos de vulnerabilidad y carácter perecedero de las comunidades biológicas.
- **Vulnerabilidad**, indicando la susceptibilidad de las comunidades vegetales a las perturbaciones de origen antrópico.
- **Presencia de especies con estatus de protección**, es decir las listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 incluyendo las de difícil regeneración y lento crecimiento (DRLC).
- **Características del patrón de drenaje** (escurrimiento), considerando la disección horizontal que determina la distribución, abundancia y productividad de las comunidades vegetales en el área.



- **Hidrología subterránea**, considerando la amplitud de pendientes que determinan la acumulación de flujos y su posterior infiltración a los mantos freáticos.
- **Susceptibilidad a la erosión**, considerando las características del relieve como pendiente y exposición, características intrínsecas del suelo y cubierta del suelo.
- **Calidad visual vulnerable**, considerando los aspectos plásticos o de calidad visual, capacidad de absorción visual e intervisibilidad.

La valoración de cada uno de estos aspectos se realizó con la participación de los expertos responsables de flora, fauna, paisaje y SIG, así como la participación del equipo de brigadistas de campo y analistas SIG. Se aplicaron criterios de valor ampliamente aceptados y contrastados, así como el uso de una escala jerárquica de rango simple; valor de 0 a 3 de la siguiente manera:

- | | |
|---|---|
| 0 | Sin importancia, valor o función por estar totalmente transformado. |
| 1 | Baja importancia o valor bajo. |
| 2 | Mediana importancia o valor medio. |
| 3 | De alta importancia o valor alto. |

Los aspectos anteriormente valorados fueron considerados finalmente en 9 factores que determinan la calidad del ambiente en un proceso de integración del diagnóstico, y fueron las siguientes.

- F1** Riqueza de Especies de Flora
- F2** Riqueza de Especies de Fauna
- F3** Cobertura de la vegetación como protección al suelo
- F4** Importancia Ecológica, considerando la agregación de los valores de naturalidad, representatividad, fragilidad y vulnerabilidad.
- F5** Presencia de especies con estatus de protección, de lento crecimiento y/o difícil regeneración.
- F6** Características del patrón de drenaje.
- F7** Riesgo o susceptibilidad a la erosión por características del suelo.



- F8** Calidad visual vulnerable.
- F9** Características de la hidrología subterránea con base a la disección vertical.

La valoración anteriormente descrita se apoyó y utilizó la información generada en la fase de inventario y descripción del SA, utilizando la información ya generada y presentada en este mismo capítulo e incorporada en el SIG y bases de datos de aspectos bióticos y abióticos. El procedimiento de análisis espacial se realizó utilizando la Plataforma ArcGIS por medio de superposiciones y álgebra de mapas, considerando una evaluación multicriterio descrita a continuación:

VIII.4.1 Evaluación multicriterio o clasificaciones jerárquicas de Saaty

La Evaluación Multicriterio es una técnica que combina la información de varios criterios para formar un solo índice de evaluación, en el caso que nos ocupa, la calidad ambiental del hábitat. Como anteriormente se expresó, la calidad ambiental está en función de un conjunto de factores ambientales que lo determinan (vector de componentes ambientales). Sin embargo, no todos los componentes contribuyen de la misma manera o con el mismo peso en esta calidad ambiental, por lo anterior, los factores son combinados aplicando un peso a cada uno, seguido por una sumatoria de los resultados (combinación lineal ponderada) para producir un mapa que representa espacialmente la calidad del hábitat, es decir:

$$S = \sum w_i x_i$$

Donde:

S = Calidad ambiental

w_i = Peso de factor i

x_i = Valor del criterio de factor i



Además, se debe considerar que en una combinación lineal ponderada, la suma de las ponderaciones asignadas a cada elemento debe ser la unidad (1).

$$\sum w_i = 1$$

VIII.4.2 Ponderación de los criterios

Existe una variedad de técnicas para la creación de pesos. En el presente estudio en el que la ponderación podría dificultarse por la comparación directa de nueve factores, se decidió utilizar la técnica de comparación por pares, con el uso de una matriz triangular.

Dividir la información en comparaciones simples por pares en los cuales sólo dos criterios necesitan considerarse por vez, puede facilitar en gran medida el proceso de ponderación y probablemente produzcan un grupo más robusto. Un método de comparación por pares posee la ventaja agregada de proveer una estructura organizada para las discusiones de grupo, y de ayudar al grupo de la toma de decisiones a perfeccionar las áreas de acuerdo y desacuerdo en la creación de la ponderación de los criterios.

La técnica aquí descrita e implementada en IDRISI®, es la de comparaciones por pares desarrollada por Saaty (1977) en el contexto de un proceso de toma de decisión conocido como el Proceso de Jerarquía Analítica (AHP). Para usar el procedimiento de Evaluación Multicriterio usando la combinación lineal ponderada expresada anteriormente, es necesario que los pesos sumen en uno. En la técnica de Saaty, los pesos de esta naturaleza pueden derivarse tomando el *vector propio* principal de una matriz recíproca cuadrada de comparaciones por pares entre criterios. Las comparaciones se ocupan de la importancia relativa de los dos criterios involucrados al determinar la adecuación para el objetivo planteado. Los puntajes se proveen sobre una escala continua de 9 puntos (ver Cuadro 6).



Cuadro 8.6. Criterios de valoración en la comparación por pares de los factores.

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Mucho menos	Mucho	Mediana-mente	Ligera-mente	Igualmente	Ligera-mente	Mediana-mente	Mucho	Mucho mas
MENOS IMPORTANTE					MAS IMPORTANTE			

Al realizar las comparaciones, un individuo o un grupo comparan cada par posible e ingresa los puntajes en una matriz de comparación por pares. Ya que la matriz es simétrica, en realidad necesita ser llenada sólo la mitad triangular inferior.

Debido a que la matriz completa de comparación por pares contiene múltiples rutas por las cuales puede evaluarse la importancia relativa de los criterios, es posible también determinar el grado de consistencia usado para desarrollar los puntajes. Saaty (1977) muestra el procedimiento por el cual puede producirse un índice de consistencia conocido como *tasa de consistencia*. Esta tasa de consistencia (TC) indica la probabilidad de que los puntajes de la matriz se generen de manera aleatoria. Saaty señala que las matrices con puntajes TC mayores a 0.10, deben ser re-evaluados.

VIII.5 METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

La evaluación de impacto ambiental (EIA) es un instrumento de planeación que se utiliza en la toma de decisiones para la autorización o rechazo de obras o actividades (Bregman y Mackenthun 1992, Wathern 1992) asegurando que los recursos de un proyecto sean utilizados de la manera eficiente, además de buscar y determinar la prevención y alivio de problemas relacionados con la degradación que pudiera generar un proyecto (Espinoza, 2002). Comúnmente, las EIA se presentan en forma de Manifestaciones de Impacto Ambiental (identificado con las siglas "MIA").

Una MIA es un documento en el que se describen y evalúan los impactos ambientales que generaría la obra o actividad en cuestión y la forma de evitarlos o



disminuirlos. Son varias las metodologías que se pueden seguir para la realización de estudios de impacto ambiental; muchas son consideradas subjetivas y sesgadas debido – principalmente- a que los métodos empleados para evaluar impactos no son rigurosos, no incorporan principios ecológicos (Bojórquez-Tapia y Ortega, 1989; Bruns *et al.*, 1994) o no consideran los efectos acumulativos, sinérgicos y los diferentes plazos de ocurrencia de impactos (Gilpin 1995, Wood y Bailey 1994, Canter y Canty, 1993; Contant y Wiggings, 1991 y Duinker y Beanlands, 1986).

En el presente trabajo se utilizó una adaptación a la metodología propuesta por Bojórquez-Tapia y Ortega (1989) que plantea la obtención de valores de impacto ambiental a partir de la valoración cualitativa y cuantitativa de los impactos ambientales identificados.

VIII.5.1 Etapas de trabajo de una Manifestación de Impacto Ambiental

En general, las evaluaciones de impacto comprenden básicamente dos fases:

- 1) Caracterización ambiental y descripción del proyecto
- 2) Predicción y evaluación de impactos (Bojórquez-Tapia y Ortega, 1989)

VIII.5.1.1 Fase de caracterización de impactos

Esta fase incluye la descripción de la obra o proyecto que se somete a evaluación y la caracterización ambiental. Es necesario que se utilice información actualizada y verídica, y que participe un grupo multidisciplinario (Canter, 1991). Así, con la participación de especialistas y la aplicación del método que se propone se podrá obtener resultados objetivos y confiables.

VIII.5.1.2 Descripción de la obra

Esta fase incluye la descripción de la obra o proyecto que se somete a evaluación y la caracterización ambiental. Es necesario que se utilice información actualizada y verídica, y que participe un grupo multidisciplinario (Canter, 1991). Así, con la participación de



especialistas y la aplicación del método que se propone se podrá obtener resultados objetivos y confiables.

VIII.5.2 Caracterización ambiental

En la caracterización ambiental se describe el medio físico, biológico, perceptual y socioeconómico en términos de los recursos y sus características. El objetivo es dar a conocer las condiciones del sitio donde se pretende desarrollar el proyecto, en cuanto al entorno social y ambiental. Se emplea información de diversas fuentes, entre las que se incluyen: artículos científicos, inventarios biológicos (Bojórquez-Tapia *et al.*, 1994), reportes o documentos oficiales y trabajo de campo.

Por otra parte, con la caracterización del medio socioeconómico se identifican los intereses de los sectores sociales. Esto permite poner especial atención a los conflictos ambientales más probables ocasionados por el proyecto. Con base en la información obtenida y las metas generales del proyecto se realiza trabajo en campo para corroborar los datos disponibles y obtener información específica adicional (Morris, 1994). Es recomendable realizar los muestreos y análisis necesarios, dependiendo de las características del proyecto y los atributos ambientales.

VIII.5.3 Fase de identificación y evaluación de impactos

En esta fase de impactos se incorporan y analizan los resultados obtenidos en la fase de caracterización ambiental y la descripción de las características de la obra. Los objetivos en esta fase son:

- 1) Identificar todos los impactos posibles asociados con el proyecto
- 2) Proporcionar a las autoridades, si es posible, predicciones cuantitativas de los efectos de los impactos identificados (Morris, 1994).

Las acciones del proyecto y sus posibles impactos se presentan en una matriz de doble entrada, mostrando por un lado, las etapas del proyecto y las acciones



correspondientes a cada una; por otra parte, se establecen los factores ambientales susceptibles de ser afectados de cada una de los componentes ambientales del medio, sobre este arreglo matricial se señalan las interacciones de cada acción del proyecto coincidentes con el factor ambiental impactado.

VIII.5.4 Metodología de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

En esta fase comienza la valoración de impactos, con la construcción de una matriz de impactos del tipo Causa–Efecto, esta consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas se ordenan o disponen los indicadores ambientales susceptibles de recibir impacto, y en las filas las acciones causantes de impacto. Tanto en columnas como en filas se ordenan los indicadores y las acciones en forma de árbol. En cada celdilla se marcará con un sombreado si es que la acción (j) en cuestión es causa de impacto en el indicador ambiental (i). En caso de no existir relación causa-impacto, la celdilla queda en blanco. Es necesario señalar que en esta matriz no se realiza ningún juicio acerca de los impactos, únicamente se señalan.

VIII.5.5 Obtención del valor del impacto

Una vez construida la matriz de identificación de impactos, se hace preciso una previsión y valoración de los mismos. En este estado del estudio, el impacto se estima en función tanto del grado de incidencia de la alteración producida sobre el SA, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos tipo cualitativos, a partir de criterios básicos y complementarios (Cuadro 7 y 8)¹:

La efectividad de las medidas de mitigación se evalúa posterior a la obtención del impacto, para obtener el impacto residual o significancia, como se explica más adelante. Cada impacto identificado se caracteriza en función de los atributos antes mencionados.

¹ (Bojórquez-Tapia y Ortega, 1989; Duinker y Beanlands, 1986)



Cuadro 8.7. Clasificación y definición de los criterios utilizados para evaluar la significancia de impactos.

CRITERIOS	DEFINICIÓN
BÁSICOS	
Magnitud	Intensidad de la afectación en el área del impacto
Extensión espacial	Área de afectación con respecto a la disponible en la zona de estudio
Duración	Tiempo del efecto
COMPLEMENTARIOS	
Sinergia	Interacciones de orden mayor entre impactos
Acumulación	Presencia de efectos aditivos de los impactos
Controversia	Oposición de los actores sociales al proyecto por el impacto
Mitigación	Existencia y eficiencia de medidas de mitigación
CALIFICADORES	
Información	Cantidad y calidad de datos que soportan la predicción
Certeza	Probabilidad de ocurrencia
Confianza	Incertidumbre con respecto a la predicción del impacto
Estándares	Diferencia con respecto a la norma ambiental

Los criterios son evaluados bajo una escala ordinal, correspondiente a expresiones orales relacionadas al efecto de una actividad sobre el componente ambiental (Cuadro 3.6). El criterio de estándares ambientales, se evalúa como presentes o ausentes. Cuando se tiene incertidumbre en determinar el valor de un criterio, se asigna el mayor. Esta regla es consistente con una racionalidad precautoria para conflictos ambientales (Crowfoot y Wondolleck 1990); esto es, disminuir la posibilidad de subestimar un impacto y minimizar el riesgo al público (Shrader-Frechette y McCoy 1993), de acuerdo con Wilson (1998) considerar un impacto como significativo cuando faltan evidencias de lo contrario, mejora las EIA.

En la evaluación de impactos se utilizan los resultados de la caracterización, discusiones interdisciplinarias, análisis de laboratorios y modelos de simulación, según sea necesario.

Cuadro 8.8. Escala ordinal utilizada para evaluar cada uno de los criterios de significancia.

VALOR	CRITERIO
0	Nulo



VALOR	CRITERIO
1	de Nulo a Bajo
2	Muy Bajo
3	Bajo
4	Bajo a Moderado
5	Moderado
6	Moderado a Alto
7	Alto
8	Muy Alto
9	Extremadamente Alto

MAGNITUD.-

Es el grado de afectación del componente ambiental en cuestión, haciendo referencia a su calidad (bajo cierto parámetro) o a su integridad. Para su valoración se consideró lo siguiente:

Mínimo	Cuando la afectación es menor del 25% (Valores menores de 3)
Moderado	Cuando la afectación llega hasta alrededor del 50% (hasta Valor 5)
Grande	Cuando el grado de afectación alcanza valores de un 50 a 75% (hasta Valor 7)
Total	Cuando el grado de afectación logra ser extremadamente alto o alto arriba del 75% (hasta Valor 9)

EXTENSIÓN ESPACIAL.-

Hace referencia a la cantidad de valor ambiental afectado (volumen, superficie, longitud, entre otros):

Puntual:	El efecto se presenta directamente en el sitio donde se ejecuta la acción, hasta los límites del derecho de vía del proyecto (hasta Valor 2)
Local:	El efecto se presenta entre los límites del derecho de vía del proyecto y hasta una distancia de 5 km (Valores 3 a 5)



Regional: El efecto se presenta a más de 5 km a ambos lados de la trayectoria de la línea radio (Valores mayores a 6)

DURACIÓN.-

Considera el tiempo de permanencia del efecto sobre un período de tiempo que va desde su aparición y hasta el momento en el que desaparezca, retomando finalmente las condiciones iniciales, bien sea de manera natural o con la implementación de medidas correctivas adecuadas:

Fugaz: Termina al momento de finalizar la acción o en menos de 1 año (Valores menores de 3)

Temporal: El efecto dura hasta 5 años (hasta Valor 6)

Permanente: El efecto dura más de 10 años (hasta Valor 9)

REVERSIBILIDAD.-

Se refiere al componente ambiental afectado y a su posibilidad de recuperación a tal grado, que sus condiciones tomen el valor que le caracterizaba antes de iniciadas las acciones (sin ningún tipo de intervención posterior).

Reversible Inmediatamente (Valor 0 a 1)

Reversible en el corto plazo (menos de un año) (Valor 2)

Reversible en el mediano plazo (hasta 5 años) (Valor 3 a 5)

Reversible en el largo plazo (de 5 a 10 años) (Valor 6 a 7)

No reversible (al menos en 10 años) (Valor 8 a 9)



SINERGIA Y ACUMULACIÓN.-

Es el efecto de dos o más impactos, cuya magnitud es superior a la simple agregación (en dado caso sería acumulativo), en una relación no conocida, pero cuyo resultado es superior a la simple suma de los efectos parciales.

Nulo (efecto simple)	No se presentan efectos aditivos de dos o más acciones (Valor 0)
Bajo	Cuando se presentan efectos aditivos entre dos acciones en un mismo componente ambiental (Valor 1 a 2)
Medio	Cuando se presentan efectos aditivos de tres acciones en un mismo componente ambiental (Valor 4 a 5)
Alto	Cuando se presentan efectos aditivos de cuatro o más acciones en un mismo componente ambiental (Valor 6 a 9)

MITIGACIÓN.-

Existencia y eficiencia de medidas de mitigación:

Nula	No hay medida de mitigación (Valor 0)
Mínimo	Si la medida de mitigación tiene una eficiencia en la disminución del impacto de hasta un 25% (hasta Valor 3)
Moderado	Si la medida de mitigación tiene una eficiencia en la disminución del impacto de un 26 a un 50% (hasta Valor 5)
Grande	Si la medida de mitigación tiene una eficiencia en la disminución del impacto de un 51 a un 75% (hasta Valor 7)
Total	Cuando la medida de mitigación tiene una eficiencia superior al 76% en la disminución del impacto (hasta Valor 9)

Se asume que cualquier impacto tiene al menos, magnitud, extensión, duración y reversibilidad, por lo que los criterios básicos son indispensables para definir una interacción. Por otra parte, los criterios complementarios pueden o no ocurrir, pero si se presentan



provocan un incremento en el impacto. Por el contrario, la mitigación tiene el efecto opuesto, es decir, disminuye la significancia del impacto. Los calificadores no modifican el impacto pero indican la capacidad predictiva de la evaluación. De esta manera, los criterios básicos definen las características directas e inmediatas, los complementarios toman en cuenta las relaciones de orden superior y los calificativos relacionan a los otros dos con el fundamento técnico de la predicción.

Puesto que el valor máximo en la escala ordinal es 9, los efectos de la variable j sobre la variable i se pueden describir con los criterios de significancia. El índice básico (MEDR $_{ij}$) y el índice complementario (SA $_{ij}$) se calculan con las siguientes ecuaciones (Bojórquez-Tapia *et al.*, 1998):

$$MDER_{ij} = \frac{1}{36}(M_{ij} + E_{ij} + D_{ij} + R_{ij})$$

$$SA_{ij} = \frac{1}{18}(S_{ij} + A_{ij})$$

Donde:

M_{ij} = Magnitud

E_{ij} = Extensión espacial

D_{ij} = Duración

R_{ij} = Reversibilidad

S_{ij} = Efectos sinérgicos

A_{ij} = Efectos acumulativos

Como se mencionó anteriormente, los criterios básicos no pueden ser evaluados como nulos (su valor mínimo es 1 y el máximo 36), mientras que los Criterios Complementarios pueden tener valores de 0 hasta 18. De tal manera que al aplicar las ecuaciones anteriores, los índices fluctúan en los siguientes rangos:



$$0.40 \leq SA_{ij} \leq 1$$

Los impactos se incrementan o disminuyen cuando existe alguno de los criterios complementarios (sinergia, acumulación y mitigación). El impacto de una interacción (I_{ij}) está dado por la combinación de los criterios básicos y los complementarios, conforme a la siguiente ecuación.

$$I_{ij} = (MEDR_{ij})^{(1-SA_{ij})}$$

De acuerdo con la ecuación anterior, la importancia de un impacto se incrementa cuando los criterios complementarios están presentes, mientras que si están ausentes, el impacto queda definido solamente por los criterios básicos, sin modificarse. Sin embargo, la significancia (S_{ij}) final de un impacto debe tomar en consideración las medidas de mitigación (T_{ij}), para lo cual se aplica la siguiente ecuación:

$$S_{ij} = I_{ij} * \left[1 - \frac{1}{9}(T_{ij}) \right]$$

Las medidas de mitigación son evaluadas en una escala ordinal similar a la empleada para los Criterios Básicos y Complementarios. En la evaluación de las medidas de mitigación se toman en cuenta los costos para discernir su importancia relativa y las posibilidades de implementación.

Finalmente, se obtiene la significancia de las medidas de mitigación, la cual se aplica en el Capítulo VI de la presente MIA. Los valores de significancia (S_{ij}) son clasificados en cuatro clases de significancia de impactos: **Compatible** (1.000 a -0.249), **Moderado** (-0.250 a -0.499), **Alto** (-0.500 a -0.749) y **Muy alto** (-0.750 a -1.000). Aquí se evalúa la eficiencia de las medidas de mitigación, esto se realiza observando la magnitud en la reducción de la significancia de un impacto, así como el número de impactos que son aminorados, directa o indirectamente, por una sola medida de mitigación. La determinación de los niveles de significancia permite visualizar el porcentaje de impactos muy altos, bajos, etc. y con ello se facilita un balance de impactos.



VIII.6 LITERATURA CITADA

Actualización del Estudio Geohidrológico de la Región Carbonífera, Coahuila. 2011

Alcérreca Aguirre, C., J. J. Consejo, O. Flores, D. Gutiérrez, E. Hentschel, M. Herzig, R. Pérez-Gil, J. M. Reyes y V. Sánchez-Cordero. 1988. Fauna silvestre y áreas naturales protegidas. Colección Medio Ambiente núm. 7, Fundación Universo Veintiuno, México.

Barea-Azcón, J.M., E. Virgós, E. Ballesteros-Duperón, M. Moleón y M. Chiroso. 2007. Surveying carnivores at large spatial scales: a comparison of four broad applied methods. *Biodiversity Conservation*. 16:1213-1230.

BLM, 1980) BUREAU OF LAND MANAGEMENT – EE. UU. Visual resource management system. En Guía para la elaboración de estudios del medio físico: pp. 479-546. 1996. Ministerio de Medio Ambiente – España.

Bojórquez-Tapia L.A. 1989. Methodology for prediction of ecological impacts under real conditions in Mexico. *Environmental Management*. 13:545-551.

Bojórquez-Tapia L.A. y A. Ortega. 1989. Análisis de técnicas de simulación cualitativa para la predicción del impacto ecológico. *Ciencia* 40:71-78.

Bojórquez-Tapia, L.A. y E. Ongay-Delheumeau. 1994. International lending and resource development in Mexico: can environmental quality be assured? *Ecological Economics*. 5:197-211.

Bojórquez-Tapia, L.A., E. Ezcurra y O. García. 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. *Journal of Envir. Manag.* 53:91-99.

Bojórquez-Tapia, L.A., P. Balvanera y A. D. Cuarón. 1994. Biological inventories and computer data bases: their role in environmental assessments. *Environmental Management*. 18:775-785.

Bregman, J.I. and K. M. Mackentun. 1992. *Environmental impact statements*. Lewis Publishers. Inc. Chelsea, Michigan 48118.279 p.

Briones, O., y J. A. Villarreal. 2001. Vegetación y Flora de un Ecotono entre las Provincias del Altiplano y de la Planicie Costera del Noreste de México. *Acta Botánica Mexicana*, 55:39-67.

Burt, W. H. y R. P. Grossenheider. 1976. *A Field Guide to the Mammals of America North of Mexico*. Houghton Mifflin Company. Boston, Massachusetts. 289 pp.



- Canter, L.W. 1991. Interdisciplinary teams in environmental impact assessment. Environ. Impact Assess. Rev. 11:375-387.
- Canter, L.W. y G.A. Canty. 1993. Impact significance determination - basic considerations and a sequenced approach. Environ. Impact Assess. Rev. 13:275-297.
- Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. CONABIO Fondo de Cultura Económica, México D.F. 988 pp (ISBN: 970-9000-30-6).
- CENAPRED, 2013. Base de datos "Tipo de declaratoria".
- CENAPRED, Riesgos Hidro-meteorológicos, Zonificación eólica (CFE).
- Chandler, S.R., Bruun, B., Specncer Z., H. y H. S. Zim. 2001. Aves de América del Norte: Guía para la identificación en el campo. 2001. Ed. St. Martin Press. 359 p.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
- CONABIO. 1998. La diversidad biológica de México. Estudio del país, 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Conant, R. 1975. A Field Guide to Reptiles and Amphibians. Houghton Mifflin Company.
- Conant, R. And Collins J. T.1998. Reptiles and Amphibians Eastern / Central North America, Thrid Edition. New York. U.S.A.
- CONAZA-SAGARPA, 2011. Análisis de la problemática de la sequía 2011 – 2012 y sus efectos en la ganadería y la agricultura de temporal. Saltillo, Coahuila, México.
- Conesa, F.V. 1993. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. España.
- Correll, D., y M. C. Johnston. 1970. Manual of the vascular plants of Texas. Texas Research Foundation. Renner, Texas. 1881 p.
- Cortés T., H. G. 1991. Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. 168 pp.
- Crowfoot, J.E. y J.M., Wondolleck. 1990. Environmental disputes: Community involvement in conflict resolution. Ed. Island Press. Washington, D.C. 278 pp.
- Desmet, P.J.; Govers, G. 1996a. A GIS-procedure for the automated calculation of the USLE LS-factor on topographically complex landscape units. J. Soil and Water Conservation, 51: 427-433.
- Duinker , P. N. y Beanlands, Ge.E. 1986. The significance of environmental Management, 10(1): 1-10.



- Espinoza G. 2002. Gestión y fundamentos de evaluación de impacto ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo. Centro de Estudios para el Desarrollo. Santiago Chile.
- Ezcurra, E. 1995. Demographic and resource changes in the basin of México, en B. L. turner II, A. Gómez Sal F. Gonzales Bernáldez y F. di Castri(eds.) Global land use change. A perspective from the Columbian encounter. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, pp. 377-396.
- FAO-PNUMA. 1980. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. Roma, Italia. 86 pp.
- Figuroa, et al., 1991. Manual de Predicción de Pérdidas de Suelo por Erosión. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Colegio de Postgraduados, Centro Regional para Estudios de Zonas Áridas y Semiáridas.
- Foster, G. R., D. K. McCool, K. G. Renard, and W. C. Moldenhauer. 1981. Conversion of the Universal Soils Loss Equation (USLE) to SI metric units. J. Soil and Water Cons. 36:355-359.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Ed Offset Larios. México.
- Gilpin, A. 1995. Environmental impact assessment (EIA): Cutting edge for the twenty-first century. Cambridge University Press, New York. 182 p.
- Gittleman J.L., Funk S., MacDonald D. y R. Wayne. 2001. Carnivore Conservation. Conservation Biology. The Zoological Society of London. Cambridge.
- Gloria Navarro Pérez (2004) H. ayuntamiento Centro Estatal de Estudios Municipales, relación de autoridades Municipales Administración 2001-2003.
- Gómez, D.M y Berrendo C.J. 2005 Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la Ordenación del Territorio (2a ED. Madrid), 304 págs. ISBN 9788478976737.
- González, M. F. 2004. Las comunidades vegetales de México. Segunda edición, editorial del deporte mexicano, México D.F. 81 p.
- Henrickson, J. y I. M. Johnston. 1983. Vegetation and community types of the Chihuahuan Desert, Department of Biology, California State University, Los Angeles, California.
- Hopkins, E.S. et al. 1937. Soil drift control. Canadian Department of Agricultural Publications.
- INE. 2003. Ángulo de inclinación de la pendiente, escala 1:250000. México.
- INEGI, 2010. Red Hidrográfica, Escala 1:50 000. Edición: 2.0.



- INEGI. 2000. II conteo de población y vivienda.
- INEGI. 2005. Guías Para la Interpretación de Cartografía: Climatología. Aguascalientes, México.
- INEGI. 2005. Guías Para la interpretación de Cartografía: Geología. Aguascalientes, México.
- INEGI. 2010. Censo de población y vivienda.
- INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional. Escala 1:1'000,000. Serie I.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (2005) Enciclopedia de los municipios de México Zacatecas, México.
- IPCC, 2014: Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 157 págs.
- IUSS Grupo de Trabajo WRB. 2007. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma.
- Kelsen H. (1925/1979) La Teoría del Estado como Sociología (numerales 1,2,3); y Teoría del poder, del Estado y sus propiedades (numerales 18,19,20 y 21), En "Teoría General del Estado", Editorial Nacional, México. Pág: 3-17 y 123-156 respectivamente.
- Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas, texto vigente 09-04-2012, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión.
- Lyles, L., Schrandt, R.I. and Schneidler, N.F. 1974. How aerodynamic roughness elements control sand movement. Transactions of American Society of Agricultural Engineer, 17,563-566.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological Diversity and Its Measurement. Princeton University Press, Princeton New Jersey. 179p.
- McCool, D.K. et al. 1987. Revised slope steepness factor for the Universal Soil Loss Equation. Transactions of ASAE 30(5): 1387-1396.
- Miranda, F. y E. Hernández. 1963. Fisiografía y vegetación. In: Las zonas áridas del centro y noreste de México y el aprovechamiento de sus recursos. Ediciones del Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México D. F. 1-27 p.



- Mittermeier, R. y C. Goettsch. 1992. La importancia de la diversidad biológica de México. In: Sarukhán, J. y R. Dirzo (comps.). México ante los retos de la biodiversidad. CONABIO. México.
- MOPT. 1992. Guía para la Elaboración de Estudios del Medio Físico: Contenido y Metodología. Ministerio de Obras Públicas y Transporte. España.
- Mueller, D. and H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons. Inc., New York. 547 p.
- Muller, C. H. 1947. Vegetation and climate in Coahuila. Madroño 9: 33-57.
- National Audubon Society. 1979. The National Audubon Society field guide to North America reptiles and amphibians. 744 p.
- National Geographic Society (U.S.)(Nat Geo). 2002. National Geographic field guide to the birds of North America. Ed. National Geographic Society. 480 p.
- NOM-059-SEMARNAT-2010. Norma oficial mexicana que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección. Diario Oficial de la Federación. 30 de Diciembre del 2010. 78 p.
- Pérez-Gil, R., M.N. Sánchez, y B.H. Torres. 1995. Importancia Económica de los Vertebrados de México. CONABIO. 1ª edición. México. 146p.
- Peterson, T.R., y E. L., Chalif. 2008. Aves de México. Guía de campo. Ed. Diana, México. 473 p.
- Ramírez, B. y A. NietoM. 1997. Ecografía de anfibios y reptiles. 523-532.
- Ramírez-Bautista, A. y A. Nieto-Montes de Oca. 1997. Ecografía de anfibios y reptiles. 523-532.
- Rappole, J. H. 1995. The ecology of migrant birds. A neotropical perspective. Smithsonian Institution Press. Washington D. C., USA.
- Robinson, J.G. y E.L. Bennett. 2000. Carrying Capacity Limits to Sustainable Hunting in Tropical Forests. 13-30.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. México, D.F. 431 p.
- Saaty, T. (1977). "A scaling method for priorities in hierarchical structures." Journal of mathematical psychology 15(3): 234-281.



- Sarukhán, J., J. Soberón y J. Larson-Guerra. 1996. Biological conservation in high beta-diversity country, pp. 246-263. En F. Di Castri and T. Younes (eds.). Biodiversity, science and development. Towards a new partnership. CAB International-IUBS, Paris.
- SEDESOL – INE, 1993. Ordenamiento Ecológico General del Territorio Nacional. Memoria técnica y metodológica.
- Sélem-Salas, C., J. Sosa y S. Hernández, 2004. Aves y Mamíferos, En: Bautista, F., H. Delfín, J.L. Palacios y M.C. Delgado. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Univ. Nac. Aut. de México, Univ. Aut. de Yucatán, CONACYT e Instituto Nacional de Ecología, México.
- SEMARNAT, 2002. Informe de la situación del medio ambiente en México. Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales.
- SEMARNAT, C.P. 2003. Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana, escala 1:250000.
- Sharader-Frechette, K.S. y E.D.McCoy. 1993. Method in Ecology Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Thornthwaite, C.W., 1948, An approach toward a rational classification of climate: Geographical Review, v. 38, p. 55–94.
- Toledo, V. M. 1988. La diversidad biológica de México. Ciencia y Desarrollo 81:17-30.
- Vickers, W.T. 1991. Rendimiento y Composición de la Caza durante Diez Años en un Territorio Indígena del Amazonas. PP. 79-109 en: Robinson, J.G., K.H. Redford y J.E. Rabonovich (compiladores). Uso y Conservación de la Vida Silvestre Neotropical, Fondo de Cultura Económica, México.
- Villarreal, J. A. 1994. Flora Vasculare de la Sierra de la Paila, Coahuila, México. Sida 16(1):109-138.
- Villarreal, J. A. 2001. Listados florísticos de México. XXIII Flora de Coahuila. Instituto de Biología. Universidad Autónoma de México. 139 p.
- Villarreal, J. A. y E. Estrada. 2008. Listados florísticos de México. XXIV. Flora de Nuevo León. Instituto de Biología. Universidad Autónoma de México. 153 p.
- Villarreal, J. A. y J. A. Encina. 2005. Plantas vasculares endémicas de Coahuila y algunas áreas adyacentes, México. Acta Botánica Mexicana 70:1-46.
- Villarreal, J. A. y J. Valdés. 1992-1993. Vegetación de Coahuila, México. Revista de Manejo de Pastizales 6 (1,2):9-18.



- Wallace, A. R. 1876. The geographical distribution of animals. 2 vol. Harper, Nueva York. 1108 pp.
- Wathern, P. (Ed.). 1992. Environmental Impact assement: Theory and Practice. New York, John Wiley and Sons.
- Wilson, G.J y R.J. Delahay. 2001. A review of methods to estimate the abundance of terrestrial carnivores using field sings and observation. Wildlife Research, 28:151-164.
- Wilson, S.J.; y R.U. Kooke. 1984. Erosión eólica. En: Kirkby, M.J. y R.P.C. Morgan (compiladores). 1984. Erosión de suelos. LIMUSA. México. Capítulo 7.
- Wischmeier, W. H. y Smith D. D. (1978). Predicting rainfall erosion losses-A. guide to conservation planning. USDA Handbook no. 537, 58p.
- YEOMANS, W.C. 1986. Visual impact assessment: Changes in natural and rural environment. In Smardon, R.C. Palmer, J.E. and Felleman, J.P. (Eds.). Fundation for visual project analysis. John Wiley and Sons, New York, 1986.

VIII.7 ANEXOS

Anexos Capítulo I

Anexo 1.1 Coordenadas del Área del Proyecto Villanueva

Anexo 1.2 Acta Constitutiva de Villanueva Solar

Anexo 1.3 Inscripción al RFC Villanueva

Anexo 1.4 Identificación del Representante Legal

Anexo 1.5 Escritura Constitutiva de Villanueva

Anexos Capítulo II

Anexo 2.1 Cuadros de coordenadas y planos de obras

Anexos Capítulo IV



Anexo 4.1 Vegetación

Anexo 4.2 Fauna Silvestre

Anexo 4.3 Programa de Protección Vegetación

Anexo 4.4 Programa de Protección Fauna

Anexo 4.5 Memoria de cálculos Flora y Fauna

Anexos Capítulo V

Anexo 5.1 Metodología para evaluar los impactos del Proyecto

Anexo General

Anexo General Cartografía

