

Manifestación de Impacto Ambiental
Sector Eléctrico
 Modalidad: Particular

PROYECTO PARQUE EÓLICO PINOS 50 MW

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	- 4 -
ANTECEDENTES	- 5 -
I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	- 6 -
<i>I.1 Proyecto</i>	- 6 -
I.1.1 Nombre del proyecto	- 6 -
I.1.2 Ubicación del proyecto y vías de acceso	- 6 -
I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto	- 7 -
I.1.4 Presentación de la documentación legal	- 7 -
<i>I.2 Promovente</i>	- 7 -
I.2.1 Nombre o razón social	- 7 -
I.2.2 Registro federal de contribuyentes del promovente	- 8 -
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal	- 8 -
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones	- 8 -
<i>I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental</i>	- 8 -
I.3.1 Nombre o razón social	- 8 -
I.3.2 Registro federal de contribuyentes	- 9 -
I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio	- 9 -
I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio	- 10 -
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	- 11 -
<i>II.1 Información general del proyecto</i>	- 12 -
II.1.1 Naturaleza del proyecto	- 12 -
II.1.2 Selección del sitio	- 13 -
II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización	- 14 -
II.1.4 Inversión requerida	- 17 -
II.1.5 Dimensiones del proyecto	- 18 -
II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del Proyecto y en sus colindancias	- 20 -
II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos	- 22 -
<i>II.2 Características particulares del proyecto</i>	- 23 -
II.2.1 Programa general de trabajo	- 23 -
II.2.2 Etapas de preparación del sitio	27
II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto	32

II.2.4	Etapa de construcción	34
II.2.5	Etapa de operación y mantenimiento	41
II.2.6	Descripción de obras asociadas al proyecto	50
II.2.7	Etapa de abandono del sitio	51
II.2.8	Utilización de explosivos	51
II.2.9	Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera	51
II.2.10	Infraestructura adecuada para el manejo y disposición adecuada de los residuos	53
III.	VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO	54
<i>III.1</i>	<i>Introducción a la vinculación</i>	54
<i>III.2</i>	<i>Vinculación con tratados y convenios internacionales</i>	54
<i>III.2.1</i>	<i>Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)</i>	54
<i>III.2.2</i>	<i>Protocolo de Kioto de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático</i>	55
<i>III.2.3</i>	<i>Convención relativa a los humedales de importancia internacional (RAMSAR)</i>	56
<i>III.3</i>	<i>Vinculación con los programas y planes de desarrollo</i>	56
<i>III.3.1</i>	<i>Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018</i>	56
<i>III.3.2</i>	<i>Estrategia Nacional de Energía 2013-2027</i>	58
<i>III.3.3</i>	<i>Programa Sectorial de Energía 2013-2018</i>	59
<i>III.3.4</i>	<i>Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018</i>	60
<i>III.4</i>	<i>Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo del estado y del municipio</i>	62
<i>III.4.1</i>	<i>Plan Estatal de Desarrollo de Zacatecas (PEDZ) 2010-2016</i>	62
<i>III.4.2</i>	<i>Plan Municipal de Desarrollo de Pinos, Zacatecas 2013-2016</i>	65
<i>III.4.3</i>	<i>Programa de Ordenamiento Ecológico</i>	66
<i>III.5</i>	<i>Vinculación con otros instrumentos</i>	69
<i>III.5.1</i>	<i>Áreas de protección y conservación de recursos</i>	69
<i>III.6</i>	<i>Vinculación con legislación nacional e internacional</i>	74
<i>III.6.1</i>	<i>Constitución de los Estados Unidos Mexicanos</i>	74
<i>III.6.2</i>	<i>Leyes</i>	75
<i>III.6.3</i>	<i>Reglamentos Federales</i>	81
<i>III.6.4</i>	<i>Lineamientos del Banco Mundial y Normas Oficiales Mexicanas (NOM)</i>	83
IV.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	88
<i>IV.1.</i>	<i>Delimitación del área de estudio</i>	88
<i>IV.1.1.</i>	<i>Delimitación del Área de Influencia (AI) del proyecto</i>	88
<i>IV.1.2.</i>	<i>Delimitación del Sistema Ambiental (SA) donde pretende establecerse el proyecto</i>	90
<i>IV.2.</i>	<i>Caracterización y análisis del Sistema Ambiental (SA)</i>	93
<i>IV.2.1.</i>	<i>Medio abiótico</i>	93
<i>IV.2.2.</i>	<i>Medio biótico</i>	138
<i>IV.2.4.</i>	<i>Medio socioeconómico</i>	194
<i>IV.2.5.</i>	<i>Diagnóstico ambiental</i>	200
V.	IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	216

V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales	216
V.1.1 Factores ambientales	216
V.1.2 Identificación de indicadores de impacto ambiental	218
V.1.3 Lista indicativa de indicadores de impacto	219
V.1.4 Criterios y metodologías de evaluación	220
V.2 Caracterización de los impactos	245
V.2.1 Descripción de los impactos potenciales significativos o relevantes identificados	246
V.2.2 Impactos identificados por etapa del proyecto	248
V.3 Impactos Acumulativos	249
VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	251
VI.1 Descripción de las medidas de prevención, mitigación o compensación para los impactos relevantes identificados	252
VI.2.1 Atmósfera	252
VI.2.2 Geomorfología	253
VI.2.3 Flora	253
VI.2.4 Fauna	254
VI.2 Medidas de prevención, mitigación o compensación para los impactos Secundarios identificados, por componente ambiental	257
VI.3 Supervisión Ambiental	259
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	262
VII.1 Pronóstico del escenario	262
VII.1.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto (E0)	264
VII.1.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto (E1)	266
VII.1.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación (E2)	269
VII.1.6 Impactos residuales	272
VII.3 Conclusiones	273
VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES	275
VIII.1 Formatos de presentación	275
VIII.1.1 Planos definitivos	279
VIII.1.2 Fotografías	279
VIII.1.3 Videos	279
VIII.1.4 Listas de Flora y Fauna	279
VIII.2 Otros anexos	279
VIII.3 Bibliografía	279
VIII.4 Glosario de términos	283
IX. LISTA DE ANEXOS	285

INTRODUCCIÓN

El Proyecto que motiva la elaboración y presentación de la presente Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) modalidad Particular se ha denominado *Parque Eólico Pinos 30 MW* y es promovido por la Aldesa Energías Renovables de México, S.A. de C.V.

El Proyecto se localiza en el extremo sureste del estado de Zacatecas, aproximadamente a 142 km en línea recta desde la ciudad de Zacatecas. El sitio donde se concentrarán las obras que integran el Proyecto se encuentra específicamente en el extremo sur del municipio de Pinos, a aproximadamente 2 km al este de la localidad de Ojuelos Jalisco.

Para acceder al área del Proyecto se debe tomar un camino que entronca con la carretera federal No. 80 Lagos de Moreno-San Luis Potosí y que se encuentra a aproximadamente 5.5 kilómetros al este de la localidad de Ojuelos de Jalisco, Jalisco.

El Proyecto se denomina Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW* y consiste en la instalación de 15 aerogeneradores para el aprovechamiento del recurso viento que caracteriza a la región Sur del Municipio de Pinos, Zacatecas.

La producción conjunta de los aerogeneradores es de 30 MW, que operará bajo el régimen de pequeña producción de energía eléctrica (Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, Art. 36, IV) de 30 MW para su venta a la Comisión Federal de Electricidad.

El Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW* tiene una superficie general de 36.371 hectáreas de las cuales 15.197 ha requerirán cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

La inversión que se ha presupuestado para la preparación y construcción de las obras del Proyecto es de \$60 millones de dólares americanos (USD), equivalentes a \$1,098.37 millones de pesos mexicanos (MXN), tomando una paridad cambiaria de \$ 18.3061 MXN por \$1 USD

El proyecto no se asentará dentro de ningún Área Natural Protegida de carácter federal, estatal o municipal, ni tampoco dentro de ningún Área de Importancia para la conservación de las Aves o Región Terrestre Prioritaria, sin embargo sí dentro de un Región Hidrológica Prioritaria (RHP).

ANTECEDENTES

Las energías limpias y renovables, como la energía eólica, son esenciales para transitar hacia una forma de energía limpia, que permita propiciar un equilibrio para el desarrollo sustentable, propiciando así una respuesta importante a la demanda generalizada de un modelo sustentable de progreso que no afecte a las generaciones futuras.

A nivel mundial, la capacidad de energía eólica registró una tasa acumulada media de más del 24%. De manera específica, la capacidad de la energía eólica mundial correspondía a 120,798 MW, con 27,051 MW adicionados en 2008. Para 2014 según los datos de la última edición del Global Wind Energy Outlook, Greenpeace International y Global Wind Energy Council, avanzó el crecimiento de la energía eólica a nivel mundial, se han instalado 336.327 MW eólicos. De estos, 17.613 MW se añadieron en la primera mitad del año, un aumento considerable respecto de 2012 y 2013 en los que se añadieron 19,9 GW y 16,4 GW, respectivamente.

La capacidad mundial eólica recae en 5 países, China, Estados Unidos de América, Alemania, España e India, estos países representan una cuota del 72% de la energía eólica mundial, además de una importante contribución a la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), que causan el calentamiento global.

Por su parte, México cuenta con potenciales importantes de recursos eólicos que pueden ser explotados en el mediano y largo plazo. De acuerdo a la Asociación Mexicana de Energía Eólica se ha cuantificado el potencial eólico técnico y económicamente competitivo, definiendo un objetivo de instalación de 12,000 MW para el año 2020, en este aspecto, cabe mencionar que cerca de 7,000 MW del potencial eólico se encuentra ya en operación o en fase de desarrollo.

El Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW* más allá de los claros beneficios medioambientales por la mitigación de emisiones de CO₂, el desarrollo del sector eólico conllevará beneficios económicos a las localidades cercanas al proyecto.

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 que motiva la elaboración y presentación de la presente Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) se ha denominado *Parque Eólico Pinos 30 MW*.

A lo largo del documento se usará de forma indistinta el nombre completo del proyecto, o el término “el Proyecto”. Cuando se trate de obras o proyectos distintos, se especificará claramente en el texto.

I.1.2 Ubicación del proyecto y vías de acceso

De forma regional, el Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW* se localiza en el extremo Sureste del Estado de Zacatecas, en los límites con los Estados de Jalisco, San Luis Potosí y Guanajuato. Este proyecto se encuentra en su totalidad dentro de los límites del municipio de Pinos, Zacatecas, el cual tiene una extensión territorial de 3,152 km² y limita con los 3 estados mencionados anteriormente. La cabecera municipal (Pinos) se encuentra a aproximadamente 45 km al Norte del Proyecto, mientras que la localidad más cercana al Proyecto es Ojuelos de Jalisco, ubicada a aproximadamente 5 km al Oeste en línea recta del Proyecto.

Para acceder al Proyecto es necesario tomar la Carretera Federal 80 Lagos de Moreno – San Luis Potosí, para después tomar el acceso al proyecto hacia al sur en el km 76. El acceso al proyecto consta de aproximadamente 4 km hasta llegar a la caseta de vigilancia.

A continuación en la Figura 1.1 se aprecia la ubicación regional del proyecto, mientras que en el Anexo 1.1 se presenta un plano con las rutas de acceso al proyecto.

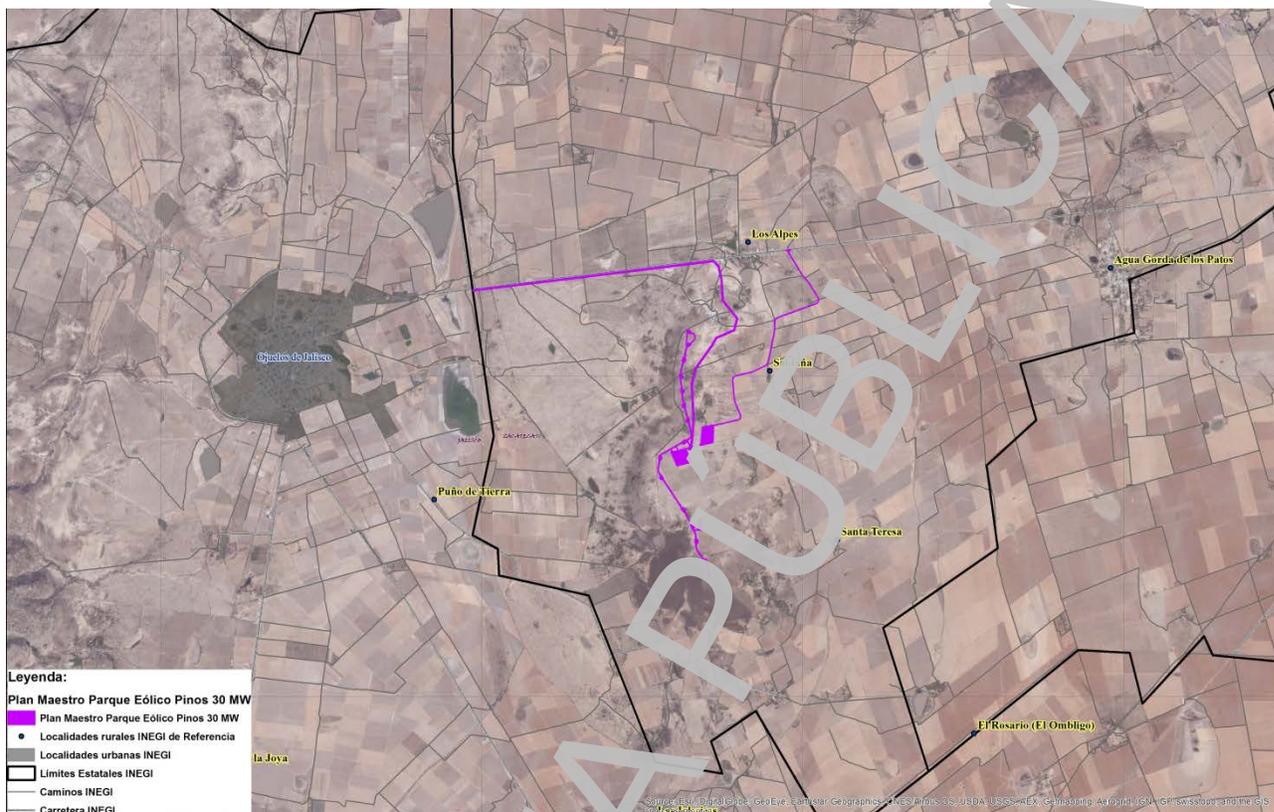


Figura 1.1. Ubicación regional del proyecto

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

El tiempo de vida útil de este proyecto será de 25 años, sin embargo, debido a las características del Proyecto, se considera viable la posibilidad de ampliar esta vigencia. En caso de que se decidiera ampliar la vigencia se solicitará una ampliación de este plazo mediante el trámite correspondiente.

I.1.4 Presentación de la documentación legal

La documentación que acredita la personalidad legal de la empresa y de su representante legal, ha sido incorporada en los puntos correspondientes.

I.2 Promovente

I.2.1 Nombre o razón social

I.2.2 Registro federal de contribuyentes del promovente

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

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

Enseguida se presentan los datos de la persona autorizada y su domicilio para oír y recibir notificaciones. Por acuerdo con la SEMARNAT, se solicita que las notificaciones sean enviadas vía electrónica al correo mencionado en la siguiente tabla.

Tabla 1.1. Dirección para oír y/o recibir notificaciones

Nombre	
Empresa	
Correo electrónico	
Calle	
Colonia	
C. P.	
Entidad Federativa	
Teléfono	
Personal autorizado para recibir notificaciones	

I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

I.3.1 Nombre o razón social



Descargo de responsabilidad

La presente Manifestación de Impacto Ambiental, Sector Eléctrico Modalidad Particular, del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW*, fue elaborada por Natural Environment S.C. La calidad de la información, conclusiones y estimaciones contenidas en el mismo son consistentes con la calidad de nuestros servicios, basados en: 1) la información disponible durante la elaboración del estudio 2) los datos entregados por otras fuentes, incluyendo a _____ de _____, y 3) El presente reporte fue elaborado para ser utilizado sujetándose a los términos y condiciones del contrato de Natural Environment S.C. con _____. Cualquier otro uso de este reporte por una tercera parte es bajo su responsabilidad.

I.3.2 Registro federal de contribuyentes

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

En la Tabla 1.2 se describen los datos generales del responsable Técnico del Estudio y en el Anexo 1.6 se incluye su copia de la Cedula Profesional.

Tabla 1.2. Datos del responsable técnico del estudio

Los participantes en la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental y las áreas en que contribuyeron se muestran en la siguiente Tabla 1.3:

Tabla 1.3. Participantes en la elaboración del estudio

Nombre	Profesión	Área de participación	Firma
		Coordinación del estudio, vinculación con ordenamientos legales, identificación y evaluación de impactos ambientales, medidas de prevención y mitigación	
		Coordinación del estudio, descripción del proyecto, vinculación con ordenamientos jurídicos, delimitación de Sistema Ambiental y	

Nombre	Profesión	Área de participación	Firma

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

En la Tabla 1.4 se describen los generales de la empresa responsable del estudio Técnico.

Tabla 1.4. Datos de la empresa responsable del estudio

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En la actualidad, México se encuentra en una etapa importante de transición energética por medio de la integración de capacidad instalada por medio de energías más limpias que permitan la gradual reducción de producción energética a base de hidrocarburos de petróleo. Las áreas de generación de energía más sustentable, renovable y limpia que permitan la reducción de emisiones a la atmósfera, reducción de la dependencia del petróleo y con repercusiones positivas en materia de inversión, generación de empleos, derrama económica, etc., corresponden a: el potencial de generación de energía por geotermia, hidroeléctricas de baja escala, eólico, solar y a partir de biomasa.

El sector de desarrollo energético en el mayor potencial probado, corresponde a la instalación de proyectos eólicos mientras que el potencial posible (aún no comprobado) de mayor importancia corresponde a la generación de electricidad a partir de energía solar.

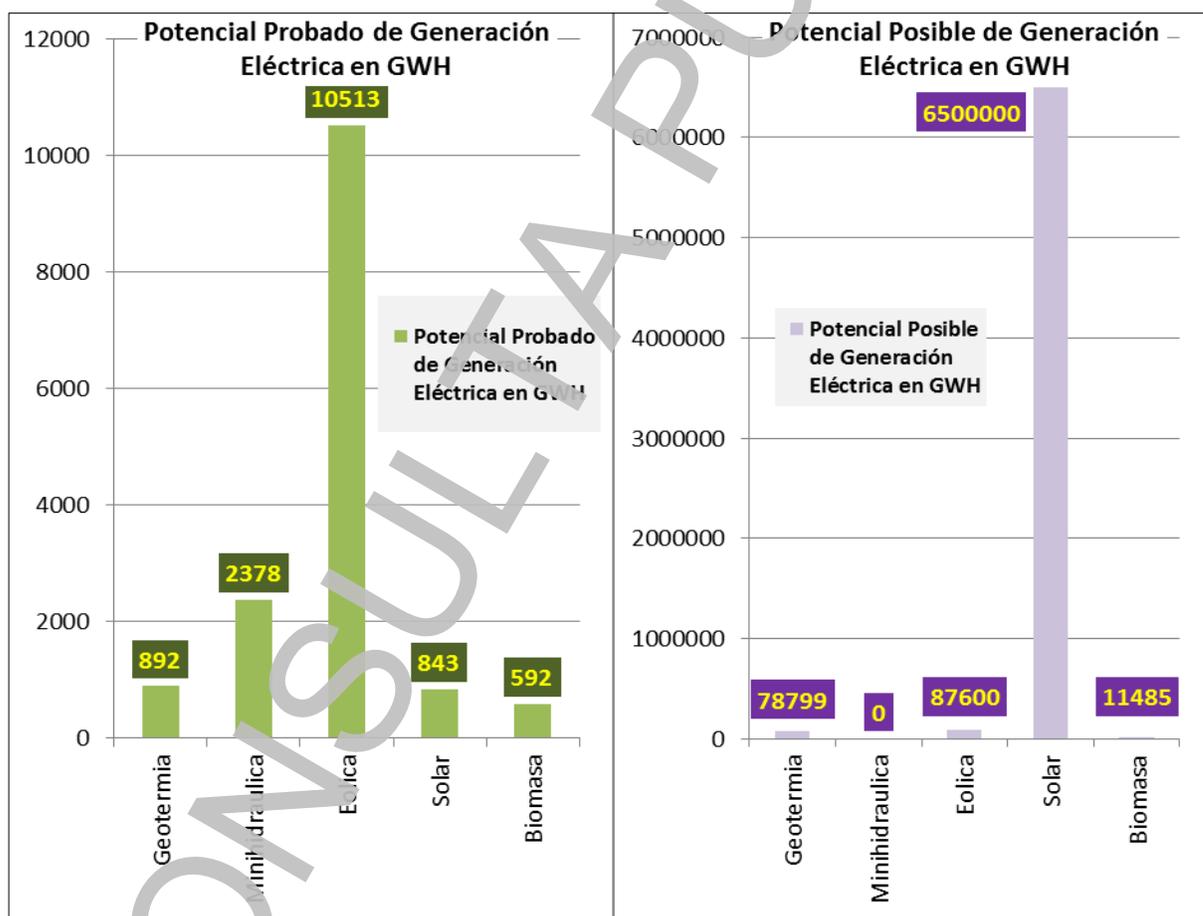


Figura 2. 1. Potencial comprobado y posible de fuentes alternas (GWH) de generación eléctrica

En base a la perspectiva de capacidad comprobada, es lógico el avance del sector energético (mayor potencial actual/probado) por medio de instalación de parques eólicos, así como la anticipación de un muy probable incremento en la prospección en instalación futura de parques solares (mayor potencial a futuro).

II.1 Información general del proyecto

II.1.1 Naturaleza del proyecto

El Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW* corresponde a la instalación de 15 aerogeneradores para el aprovechamiento del recurso viento que caracteriza a la región Sur del Municipio de Pinos, Zacatecas.

La producción conjunta de los aerogeneradores es de 30 MW, que operará bajo el régimen de pequeña producción de energía eléctrica (Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, Art. 36, IV) de 30 MW para su venta a la Comisión Federal de Electricidad.

El Proyecto consta de los siguientes requerimientos generales:

- 15 aerogeneradores, cada uno de 2 MW de capacidad nominal (modelo Vestas V-100 2.0 MW o modelo equiparable de fabricante alternativo)
- Equipamiento electromecánico de parque (línea eléctrica y subestación)
- Áreas de patios, maniobras, materiales
- Obras asociadas (área de aprovisionamiento de material pétreo)
- Accesos a los aerogeneradores y al parque
- Línea eléctrica de interconexión con red establecida de CFE

Todo lo anterior se llevaría a cabo dentro de un marco de sustentabilidad ambiental, en el cual se continuará con la implementación de las medidas de protección, prevención, mitigación y compensación planteadas en la presente MIA del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW*, así como con el cumplimiento de los Términos y Condiciones establecidos en la eventual resolución positiva.

En la siguiente Tabla 2.1 se enlistan de forma enunciativa las obras enmarcadas dentro del Proyecto.

Tabla 2.1. Obras que componen al Proyecto

Id	Componentes de Parque Eólico Pinos 30 MW	Numero o cantidad
1	Cimentación para aerogeneradores	15
2	Plataformas de instalación de aerogeneradores (patios de maniobras)	15
3	Línea de distribución eléctrica (interior de parque)	1
4	Accesos de intercomunicación	1 (en varios segmentos)
5	Subestación eléctrica <i>Parque Eólico Pinos 30MW</i>	1
6	Línea de transmisión eléctrica 115 kV (CFE-Zacatecas)	1
	Obras asociadas y/o complementarias	Numero o cantidad
A	Almacenes (1 para materiales, 1 para equipos, 1 maquinaria)	3
B	Área de aprovisionamiento de material pétreo	1
C	Edificaciones de apoyo (campamento, oficinas, caseta)	3
D	Plataformas de montaje/desmontaje de palas (Norte y Sur)	2

II.1.2 Selección del sitio

La selección del sitio para el desarrollo de este Proyecto tuvo como base criterios de factibilidad desde el punto de vista técnico, ambiental y socioeconómico, procurando la sustentabilidad del mismo, atenuando su incidencia negativa al medio ambiente.

Enseguida se presentan los criterios que se priorizaron para una adecuada selección del sitio:

Criterios Técnicos

- Factibilidad del recurso eólico en el sitio del proyecto mediante la colocación de una Torre Anemométrica
- Factibilidad para la interconexión al destino CFE para entrega de electricidad a red existente
- Utilizar la infraestructura existente de carreteras y caminos para facilitar el acceso al Proyecto
- Seleccionar sitios con baja pendiente y carentes de obstrucciones
- Potencial expansión de capacidad instalada mediante posible integración de fases y/o ampliaciones
- Superficies requeridas para maniobras de montaje, desmontaje e instalación de equipos por medio de grúa principal (tipo Manmitowoc 1600 o similar) y grúa secundaria para asistir en maniobras
- Dimensiones de equipos para transporte y acceso a sitio, implicando diseño de caminos con curvatura aceptable y pendientes suaves para ingreso de carga de secciones largas (aspas, torres) que permitan grado apropiado de seguridad a personal y equipos
- La baja densidad de vegetación y nula presencia de edificaciones que pueden alterar el flujo de viento

Criterios Ambientales

- Ubicar el Proyecto fuera de cualquier Área Natural Protegida de competencia federal, estatal o municipal
- Utilizar preferentemente áreas agrícolas, con el fin de evitar en lo posible afectar zonas forestales
- Evitar en lo posible la cercanía a cuerpos o corrientes de agua intermitentes
- Evitar la cercanía a cuerpos de agua perennes
- Ausencia de Áreas de Importancia para Conservación de Aves

Criterios Socio-Económicos

- Evitar afectaciones sobre poblaciones cercanas
- Aceptación de comunidad a proyecto y generación de derrama económica
- Evitar el desplazamiento o reducción de actividades productivas de la zona

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

El Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW* se localiza en la porción Sureste del estado de Zacatecas, en los límites de los estados de Jalisco, Guanajuato y San Luis Potosí. A nivel municipal, el Proyecto se localiza en la porción Sur del municipio de Pinos, aproximadamente a 47 Km hacia el Sur de la localidad de Pinos (cabecera municipal). Los terrenos, en su mayoría corresponden a propiedad privada, salvo por una porción de línea de transmisión y camino de acceso, que se localizan dentro del Ejido Lázaro Cárdenas – Agua Gorda de Los Patos. En el Anexo 2.1 se adjunta el plano georreferenciado de la localización Regional del Proyecto.

A fin de dar una perspectiva espacial más precisa de la ubicación del Proyecto, se presenta a continuación la Figura 2.2, en ella se observa claramente la ubicación del Proyecto con respecto a límites estatales y sitios de referencia:

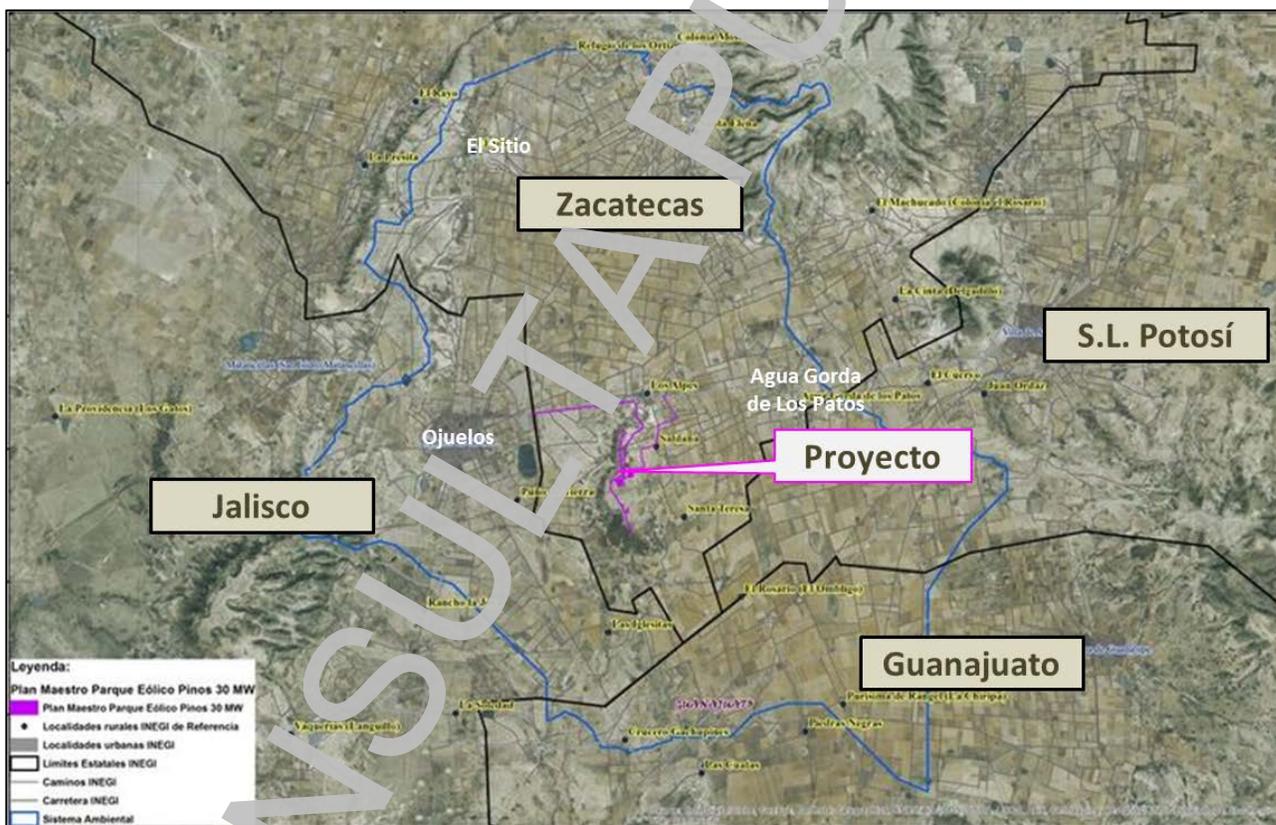


Figura 2.2. Ubicación del Proyecto en porción Sur de Zacatecas y Mpio. De Pinos

A continuación, se presenta la tabla de coordenadas centrales y/o de referencia general de los componentes del Proyecto y en el Anexo 2.2, se presentan las coordenadas de los vértices de cada polígono de los componentes. En la versión digital de la presente MIA-P, se incluyen los archivos en formato Excel de coordenadas, así como poligonales de proyecto en formato shapefile para su manejo en Sistema de Información Geográfica.

Tabla 2.2. Coordenadas (UTM, WGS84) centrales y/o de referencia para obras de Proyecto *

Id	Cimentación y torres	Coordenada central X	Coordenada central Y
1	Aerogenerador 1	238,549.31	2,416,871.97
2	Aerogenerador 2	238,499.88	2,417,100.66
3	Aerogenerador 3	238,349.84	2,417,397.90
4	Aerogenerador 4	238,300.10	2,417,630.26
5	Aerogenerador 5	238,159.81	2,417,896.18
6	Aerogenerador 6	237,806.25	2,418,391.09
7	Aerogenerador 7	237,780.14	2,418,695.90
8	Aerogenerador 8	238,150.57	2,418,957.19
9	Aerogenerador 9	238,210.35	2,419,282.31
10	Aerogenerador 10	238,150.40	2,419,512.24
11	Aerogenerador 11	238,154.56	2,419,740.51
12	Aerogenerador 12	238,109.23	2,419,968.67
13	Aerogenerador 13	238,149.57	2,420,224.16
14	Aerogenerador 14	238,199.43	2,420,472.71
15	Aerogenerador 15	238,201.49	2,420,700.98
Id	Plataformas de aerogenerador	Coordenada central X	Coordenada central Y
1	Plataforma 1	238,540.35	2,416,900.87
2	Plataforma 2	238,477.96	2,417,122.40
3	Plataforma 3	238,343.68	2,417,428.15
4	Plataforma 4	238,282.33	2,417,655.51
5	Plataforma 5	238,138.78	2,417,918.80
6	Plataforma 6	237,793.96	2,418,419.42
7	Plataforma 7	237,777.93	2,418,726.66
8	Plataforma 8	238,154.57	2,418,976.60
9	Plataforma 9	238,207.75	2,419,313.09
10	Plataforma 10	238,147.92	2,419,543.01
11	Plataforma 11	238,126.78	2,419,770.38
12	Plataforma 12	238,104.88	2,419,999.23
13	Plataforma 13	238,150.73	2,420,254.40
14	Plataforma 14	238,224.78	2,420,490.34
15	Plataforma 15	238,229.87	2,420,688.60
Id	Subestación y línea interna	Coordenada central X	Coordenada central Y
1	Subestación eléctrica	238,240.64	2,418,865.45
2	Línea interna de distribución	238,144.82	2,418,748.16
Id	LTE a CTE	Coordenada central X	Coordenada central Y
1	Línea aérea de transmisión	237,587.29	2,421,014.46
Id	Acceso	Coordenada central X	Coordenada central Y
1	Accesos de intercomunicación	238,755.47	2,419,577.30
Id	Control de acceso	Coordenada central X	Coordenada central Y
1	Caseta de vigilancia	238,572.91	2,419,219.36

* Las coordenadas presentadas corresponden a los centroides de poligonales y baricentros de segmentos de obras lineales, empleados a manera de simplificación de localización de las obras. Las coordenadas de los vértices se presentan en detalla para

cada obra en el Anexo 2.2 y en la versión digital de MIA-P se incluyen tablas en Excel y Shapefile para facilitar manejo en SIG.

Tabla 2.3. Coordenadas (UTM, WGS84) centrales y/o de referencia para obras asociadas **

Id	Almacenes	Coordenada central X	Coordenada central Y
A	Almacén de construcción y residuos	238,473.41	2,419,067.49
B	Almacén de equipos	238,081.93	2,418,727.53
C	Almacén secundario y de maquinaria	238,401.23	2,417,684.62
Id	Plataformas de montaje/desmontaje	Coordenada central X	Coordenada central Y
D	Plataforma Norte	238,168.71	2,420,306.59
E	Plataforma Sur	238,539.76	2,416,956.06
Id	Aprovisionamiento de material	Coordenada central X	Coordenada central Y
F	Aprovisionamiento pétreo	238,165.38	2,419,080.66
Id	Edificaciones	Coordenada central X	Coordenada central Y
G	Campamento temporal y oficinas	238,195.25	2,418,755.12

** Las coordenadas presentadas corresponden a los centroides de poligonales, empleados a manera de simplificación de localización de las obras. Las coordenadas de los vértices se presentan en decimales para cada obra en el Anexo 2.2 y en la versión digital de MIA-P se incluyen tablas en formato Excel y Shapefile para facilitar manejo en SIG.

El esquemático de las obras del *Parque Eólico Pinos 30 MW*, obras asociadas y complementarias, se presenta de forma esquemática en la siguiente Figura:

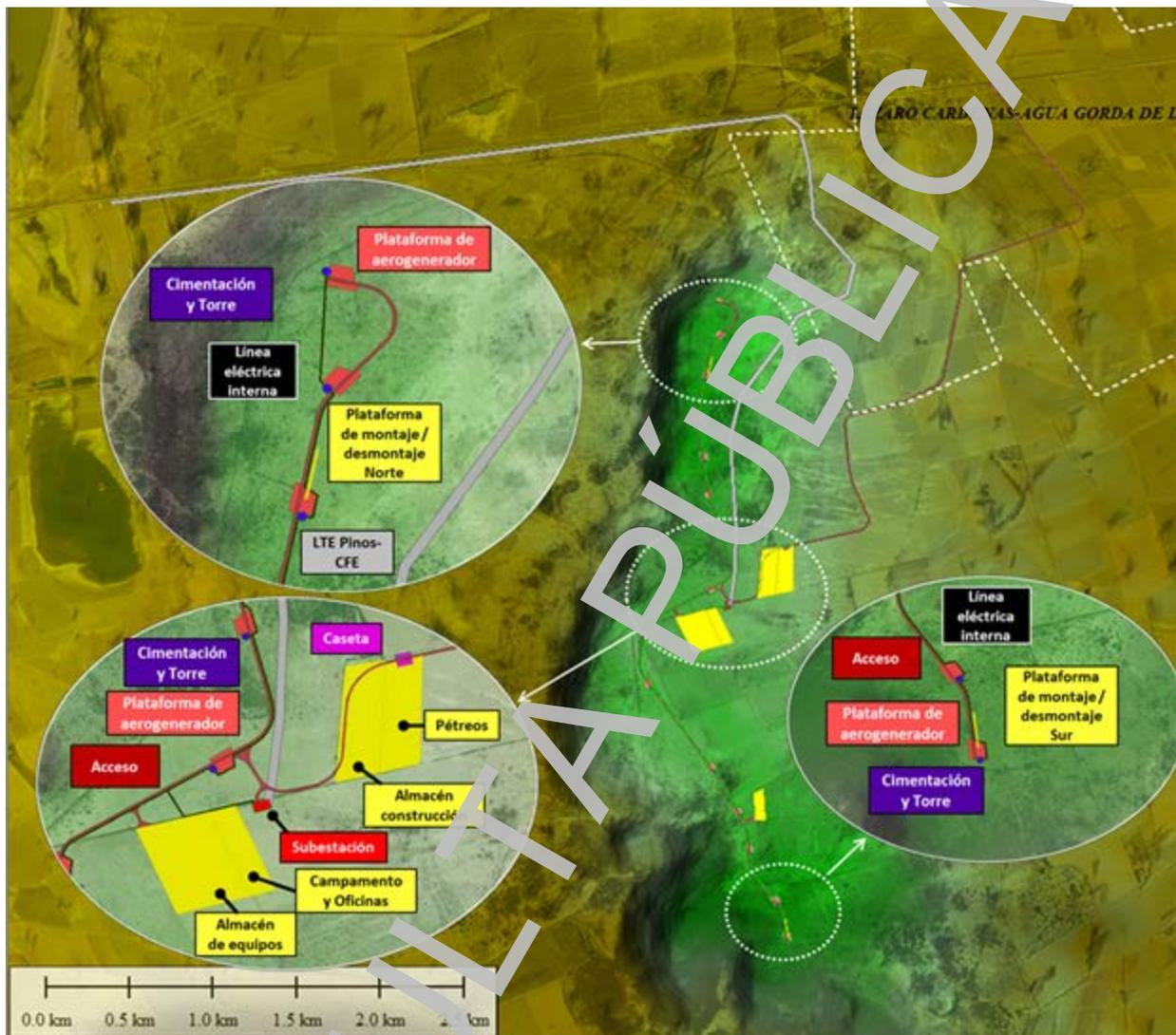


Figura 2. 3. Esquemático de Proyecto Parque Eólico Pinos 30 MW

Para un mayor detalle visual en el Anexo 2.3, se adjunta el plan correspondiente al plan maestro y diseño de proyecto en el cual se plasman e identifican cada una de las obras, poligonales y áreas de maniobras requeridas para el apropiado desarrollo e instalación del Proyecto.

Así mismo, el Proyecto cuenta con el debido Título de Permiso para pequeña producción de energía eléctrica con No. E/1406/PP/2015 y de acuerdo a los Términos de la Resolución No. RES/224/2015 (27 de Marzo del 2015) (Anexo 2.4).

II.1.4 Inversión requerida

La inversión que se ha presupuestado para la preparación y construcción de las obras del Proyecto es de \$60 millones de dólares americanos (USD), equivalentes a \$1,098.37 millones de pesos

mexicanos (MXN), tomando una paridad cambiaria de \$ 18.3061 MXN por \$1 USD¹. Es importante mencionar que estas cifras podrían variar durante el desarrollo del Proyecto.

El 75% de la inversión cubre la adquisición de equipos, materiales, construcción y puesta en marcha (\$823.78 millones M.N.) y el 25% está dedicado a los estudios, prospecciones, diseños, ingenierías, adquisición de terrenos, trámites y permisos aplicables.

En la inversión total de la obra no se integran los costos necesarios para aplicar las medidas de prevención, mitigación y compensación contra los impactos generados por el desarrollo del Proyecto, sin embargo se espera que se cuente con un capital de aproximadamente el 1.0125% de la inversión para aspectos de tipo ambiental y seguridad:

- Monto base estimado (pendiente a revisión conforme a estudio técnico económico) es de \$8.238 millones de pesos M.N.
- Monto estimado para aplicación de posibles contingencias y/o complementos en materia ambiental, estimado de forma preliminar en 2.383 millones de pesos M.N.
- El presupuesto base de seguimiento a condicionantes y actividades de vigilancia ambiental, se estima de forma preliminar, en un monto base anual de \$1.264 millones de pesos M.N.

II.1.5 Dimensiones del proyecto

El Proyecto abarcará un área total de 36.3708 hectáreas. Esta superficie ha sido calculada en base al criterio de evitar duplicidad de superficies, lo cual ocasiona que algunas poligonales sean fraccionadas o que se corten obras de tipo lineal. Las superficies generales para los tipos de obras, se presentan en la siguiente Tabla 2.4:

Tabla 2.4. Superficie de las obras que componen el Proyecto

Obra	Tipo	Cantidad	Superficie (ha)
Cimentaciones y torres	Obra principal	15	0.38041
Plataformas	Obra principal	15	2.65338
Subestación	Obra principal	1	0.09758
Línea eléctrica (interna, subterránea)	Obra principal	13 (tramos)	1.92644
Línea de transmisión Pinos CFE	Obra principal	1	14.21485
Accesos de intercomunicación	Obra principal	8 (tramos)	5.87022
Caseta de vigilancia	Obra principal	1	0.08891
Almacenes (construcción, equipos, maquinaria)	Asociada	3	7.35710
Plataformas de montaje y desmontaje	Asociada	2	0.10000
Campamento y oficinas	Asociada	1	1.36048
Aprovisionamiento de material pétreo	Asociada	1	2.32144
Superficie total involucrada con Proyecto Parque Eólico Pinos 30 MW			36.3708

¹ Tipo de cambio (FIX) de \$18.3061 MXN por 1 USD - Precio de compra el 14 de Julio de 2016. Banco de México (<http://www.banxico.org.mx/dyn/portal-mercado-cambiario/index.html>)

Las siguientes Tabla 2.5 y Tabla 2.6, presentan las superficies desglosadas para cada una de las obras, sitios, patios, estructuras involucradas para la preparación, construcción y operación del Proyecto:

Tabla 2.5. Superficies desglosadas de cada una de las obras principales (m² y ha)

Id	Cimentación y torres	Superficie	
		En m ²	En ha
1	Aerogenerador 1	253.18	0.02532
2	Aerogenerador 2	253.18	0.02532
3	Aerogenerador 3	253.18	0.02532
4	Aerogenerador 4	253.18	0.02532
5	Aerogenerador 5	253.18	0.02532
6	Aerogenerador 6	254.46	0.02545
7	Aerogenerador 7	253.18	0.02532
8	Aerogenerador 8	253.18	0.02532
9	Aerogenerador 9	254.46	0.02545
10	Aerogenerador 10	254.46	0.02545
11	Aerogenerador 11	253.18	0.02532
12	Aerogenerador 12	253.18	0.02532
13	Aerogenerador 13	253.18	0.02532
14	Aerogenerador 14	254.46	0.02545
15	Aerogenerador 15	254.46	0.02545
Id	Plataformas de aerogenerador	En m²	En ha
1	Plataforma 1	1,694.63	0.16946
2	Plataforma 2	1,794.32	0.17943
3	Plataforma 3	1,794.32	0.17943
4	Plataforma 4	1,794.32	0.17943
5	Plataforma 5	1,758.97	0.17590
6	Plataforma 6	1,793.92	0.17939
7	Plataforma 7	1,657.09	0.16571
8	Plataforma 8	1,794.32	0.17943
9	Plataforma 9	1,786.16	0.17862
10	Plataforma 10	1,793.92	0.17939
11	Plataforma 11	1,794.32	0.17943
12	Plataforma 12	1,794.32	0.17943
13	Plataforma 13	1,706.81	0.17068
14	Plataforma 14	1,793.92	0.17939
15	Plataforma 15	1,782.46	0.17825
Id	Subestación y Línea interna	En m²	En ha
1	Subestación eléctrica	975.80	0.09758
2	Línea interna de distribución	19,264.41	1.92644
Id	Línea a CFE	En m²	En ha
1	Línea aérea de transmisión	142,148.47	14.21485
Id	Acceso	En m²	En ha

Id	Cimentación y torres	Superficie	
		En m ²	En ha
1	Accesos de intercomunicación	58,702.19	5.87022
Id	Control de acceso	En m ²	En ha
1	Caseta de vigilancia	889.12	0.08891
Superficie conjunta de obras principales		252,317.88	25.23179

Tabla 2.6. Superficies desglosadas de cada una de las obras asociadas (m² y ha)

Id	Almacenes	Superficie	
		En m ²	En m ²
A	Almacén de construcción y residuos	25,129.90	2.51299
B	Almacén de equipos	39,275.60	3.92756
C	Almacén secundario y de maquinaria	9,165.51	0.91655
Id	Plataformas de montaje/desmontaje	En m ²	En m ²
D	Plataforma Norte	500.00	0.05000
E	Plataforma Sur	500.00	0.05000
Id	Aprovisionamiento de material	En m ²	En m ²
F	Aprovisionamiento pétreo	23,214.42	2.32144
Id	Edificaciones	En m ²	En m ²
G	Campamento temporal y oficinas	13,604.76	1.36048
Superficie conjunta de obras asociadas		111,390.19	11.13902

II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del Proyecto y en sus colindancias

Para un análisis detallado acerca del uso del suelo en las áreas donde se pretende desarrollar el Proyecto, se consultaron primeramente los datos que ofrece el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Posteriormente se cargó información digital (vectoriales) más actualizada al SIG del Proyecto, sobre el Uso de Suelo y Vegetación escala 1:250,000 Serie V, recuperada directamente del sitio web del Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI). Finalmente, con el grupo que participa en la elaboración de este estudio y que estuvo presente en los trabajos de campo, se elaboró una interpretación de los usos actuales del suelo para el Sistema Ambiental del Proyecto, cuya delimitación y características se describen en el Capítulo IV de esta MIA.

De acuerdo a los datos vectoriales con los cuales opera el SIGEIA de SEMARNAT, particularmente en lo que respecta al Uso de suelo y vegetación - INEGI Serie V, el proyecto se encuentra en su mayoría sobre un uso de suelo correspondiente a áreas superficie de agricultura de temporal vegetación arbustiva secundaria de pastizal natural y pastizal inducido, tal como se puede apreciar en la Figura 2.4 con la zonificación de los usos de suelo según el INEGI.

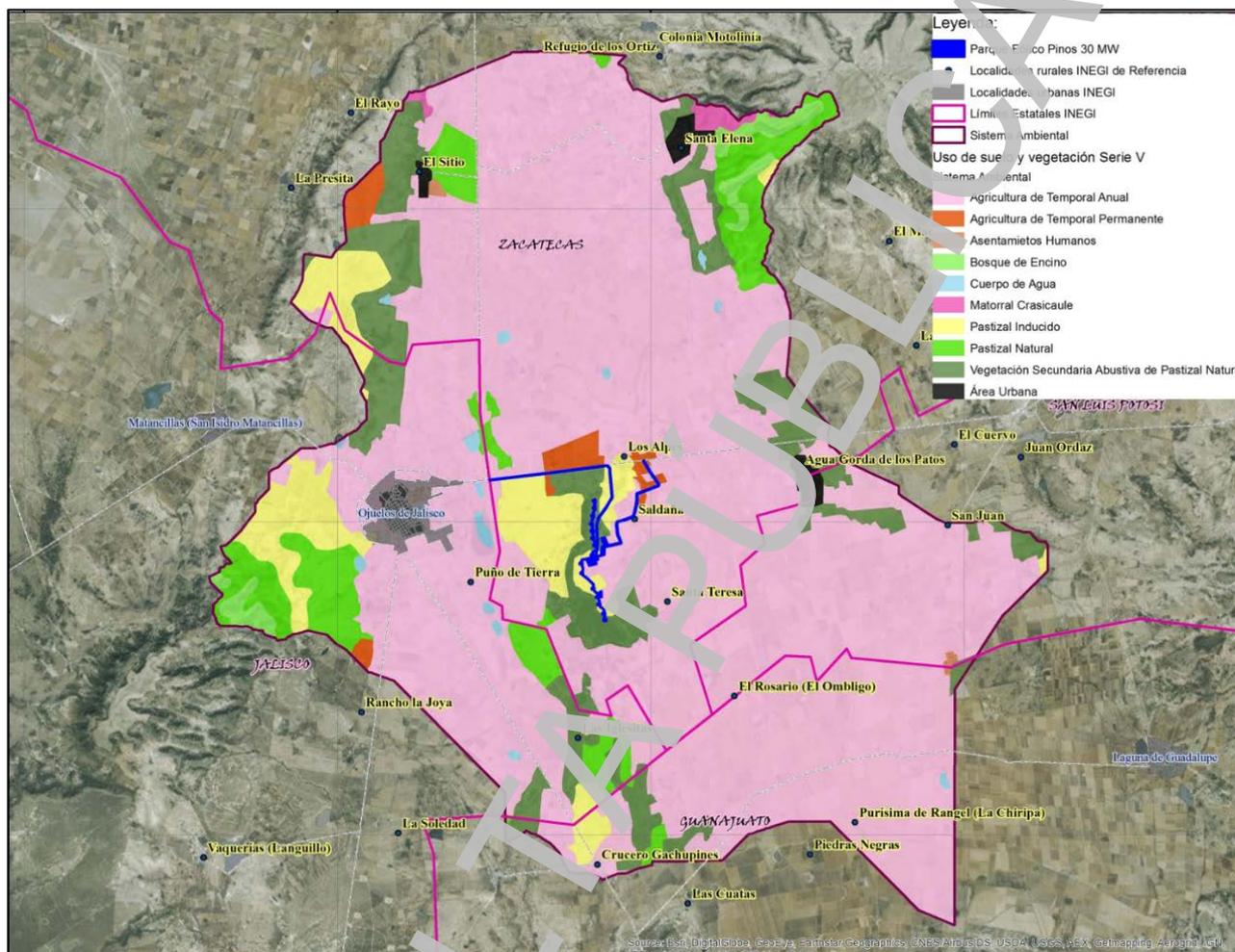


Figura 2.4 Uso de Suelo y Vegetación, INEGI Serie V

En el Anexo 2.5 se presenta un reporte fotográfico general, donde se aprecian los usos de suelo del área por donde pretende realizarse el Proyecto, así como la condición actual (actividades, cobertura, vegetal, tipo de ecosistema, zonas agropecuarias, etc.).

En los recorridos de campo se pudo corroborar que dentro del área que abarcará el Proyecto, existe vegetación natural correspondiente a matorral crasicaule, vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule y agricultura de temporal anual. La zona se encuentra afectada de forma parcial por el desarrollo de actividad agropecuaria que limita la vocación para fines de vida silvestre (flora y fauna).

En lo que respecta a cuerpos de agua, no existen cuerpos importantes, únicamente existen bordos de agua próximos a la huella del Proyecto, así como escurrimientos intermitentes. El cuerpo de agua más cercano corresponde al área de inundación temporal al Este de Ojuelos, es una laguna somera de temporal en una superficie aproximada de 41 hectáreas. Este cuerpo de agua se localiza a 3.3 kilómetros al Oeste del área destinada para el desarrollo del Proyecto.

En la siguiente Figura se observa el polígono del SA, usos de suelo, Proyecto y localización de cuerpos de agua de la región (bordos y área inundable al Oeste del Proyecto).

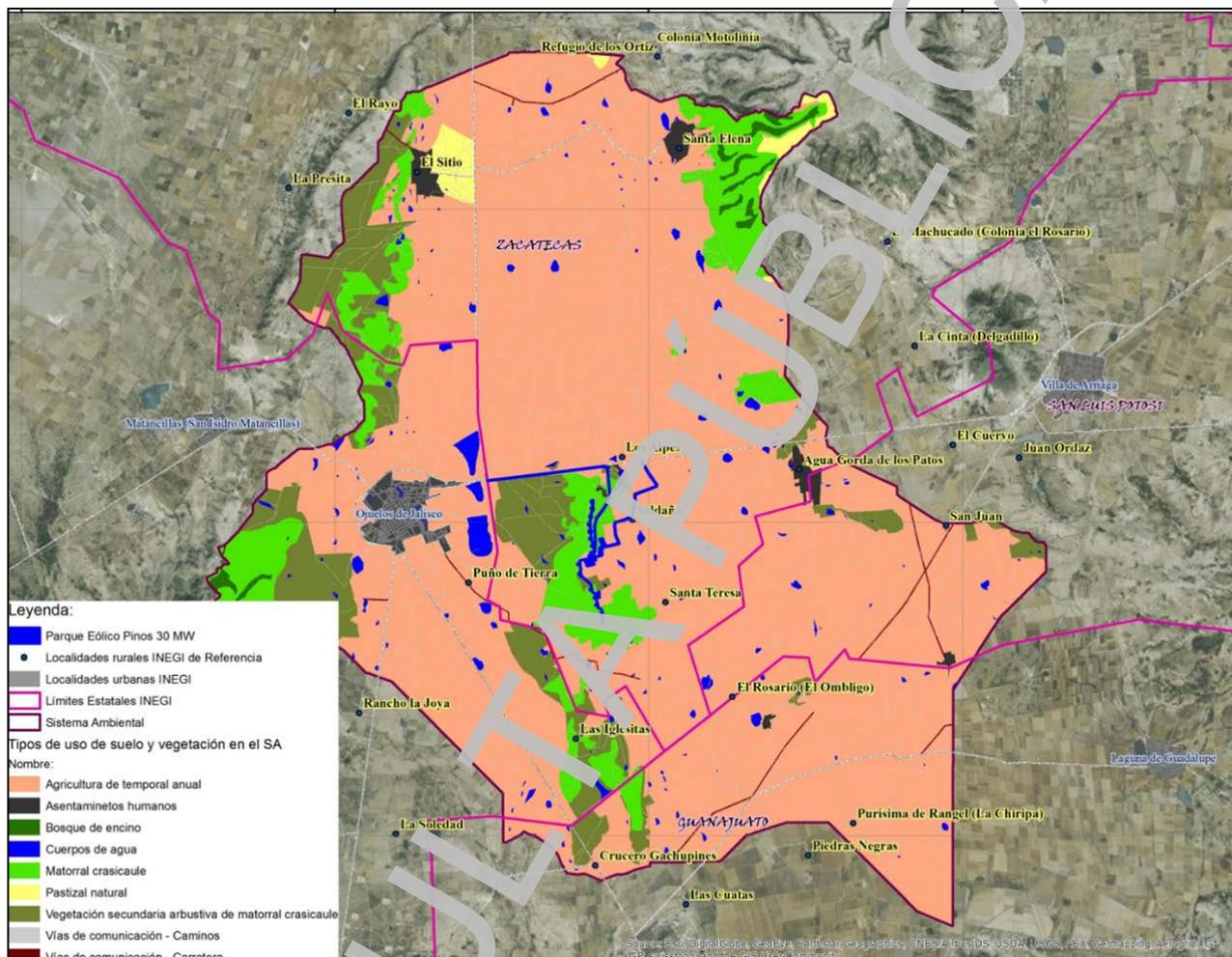


Figura 2. 5. Cuerpos de agua dentro del área del proyecto y sus colindancias (uso de suelo)

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El área de Proyecto no cuenta con infraestructura de urbanización, salvo por caminos rurales y vecinales de accesos que serán modificados y ampliados para el Proyecto.

En los alrededores, la principal infraestructura corresponde a red de transmisión eléctrica de CFE, Carretera Estatal No 80, proximidad a poblados (Ojuelos y Agua Gorda de Los Patos), así como apropiada localización respecto a ciudades de importancia (San Luis Potosí a 60 Km al Noreste y Aguascalientes a 70 Km al Oeste).

El Proyecto empleará, especialmente en las etapas de preparación y construcción, agua y electricidad. el agua se asegurará por medio de contratación de proveedores locales (pipas de 10,000 L) y la electricidad requerida (oficinas, campamento, herramientas, etc.):

Tabla 2.7. Infraestructura existente y/o requerida

Tipo de infraestructura	Existente	Implementada
Vías de transporte	Carreteras estatales (desde Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes)	Se emplean accesos carreteros, así como aeropuertos de la región (Aguascalientes y Zacatecas). Los equipos llegan vía marítima desde puertos
Accesos a sitio	Carretera No. 80, caminos rurales y vecinales interparcelarios	Se lleva a cabo la modificación y ampliación de caminos de acceso (incluyendo una capa de revestimiento)
Electricidad	Líneas de transmisión CFE No existe suministro al sitio	El proyecto asegura su propio suministro por medio de generadores de electricidad (para equipos, servicios, campamento, oficina)
Drenaje	No existe sistema de drenaje	Se contrata servicios de baños portátiles para la preparación y construcción. El campamento será en base a estructuras móviles (trailas) equipadas con servicios
Agua	No existe red de suministro de agua fresca	El suministro será por medio de contratación de pipas, preferentemente de proveedores locales (pipas de 10,000 L) para riego de caminos, áreas de trabajo, construcción y servicios.
Relleno sanitario	Relleno municipal	Los residuos sólidos no reciclables, serán dispuestos por medio de la contratación de servicio municipal de colecta y transporte a relleno local
Manejo de residuos peligrosos	Contratistas o servicios especializados	El manejo y disposición de residuos peligrosos (principalmente de mantenimiento de maquinaria) se establece a través de los contratistas y servicios autorizados para tal fin

En la etapa de operación, el Proyecto contará con su propia infraestructura interna de servicios, principalmente por medio de contrataciones. El agua continuará siendo suministrada por medio de la contratación de pipas de agua para mantener tanque de almacenamiento de agua para servicio de personal, terreno y atención a incendios.

II.2 Características particulares del proyecto

II.2.1 Programa general de trabajo

El desarrollo del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW*, ha consistido en dos partes: planeación y ejecución (preparación, construcción y operación). Los avances que presenta actualmente el Proyecto corresponden exclusivamente a la parte de planeación.

La planeación del Proyecto implicó la revisión de los criterios más factibles en términos técnicos, ambientales, sociales y económicos que satisficieran la demanda de una mejora y un aumento en el suministro de energía eléctrica por fuentes sustentables y renovables. Una vez definido el Proyecto y sus requerimientos, se procedió a la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, la cual será sometida a evaluación ante la SEMARNAT. Sólo hasta después de tener el resolutivo favorable de la autoridad, se iniciará la segunda parte del Proyecto, la ejecución.

Para la ejecución del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW*, la secuencia de trabajo general consistirá en tres etapas consecutivas:

- *Etapas de preparación del sitio*, contempla lo siguiente:
 - Delimitación del área de trabajo
 - Rescate de flora y fauna
 - Desmante y despalme
 - Rescate, resguardo y reubicación de capa vegetal de suelo
 - Instalación de campamento temporal y oficinas de construcción
 - Excavaciones y cortes (plataformas, accesos y zanjas)
 - Aprovechamiento de material pétreo
 - Rellenos, nivelaciones y compactación
 - Terraplenes de plataformas
- *Etapas constructivas*, que contempla lo siguiente:
 - Excavación para cimentaciones
 - Revestimiento de accesos
 - Cimentaciones en base a concreto armado
 - Conformación de zanjas de línea subterránea interna
 - Terminado de superficies
 - Armado de grúa principal
 - Armado de equipo de control dentro de sección 1 de torre e instalación en base de cimentación
 - Instalación de secciones de torre (15)
 - Instalación de góndola de aerogenerador (15)
 - Armado de aspas y buje para instalación en cada góndola (15)
 - Refuerzo y verificación estructural
 - Infraestructura eléctrica
- *Etapas operativas*
 - Generación de energía eléctrica por la operación de 15 aerogeneradores con capacidad nominal de 30 MW y producción anual estimada en 76.146 GWh
 - Inspecciones y mantenimiento de aerogeneradores y parque en general

- Mantenimiento correctivo y reemplazo de partes, equipo e incluso, unidades completas para mantener e incrementar la vida útil de operación del Parque Eólico

- *Etapas de Cierre y abandono*

Se contempla al abandono y cierre del Proyecto, de forma conceptual, al considerar que si bien los equipos tendrán desgaste y vida útil finita (25 a 30 años), el reemplazo de equipo permitirá ampliar el periodo de operación, especialmente al considerar que el recurso viento es renovable (la actividad de generación de energía a partir de viento, puede llegar a ser permanente). Las actividades, en concepto para cierre y abandono, abarcan a grandes rasgos:

- Desmantelamiento de equipos e instalaciones
- Demolición y limpieza de escombros
- Reforestación y Monitoreo ambiental para el apropiado establecimiento de cubierta vegetal

En el caso de llegar a ser aplicable el cierre del parque, se preparará un Plan detallado de Cierre y Abandono para la Restauración Ecológica del Sitio, con un periodo no menor a 2 años previos a dicho cierre.

El programa general de trabajo del Proyecto se presenta a continuación.

NOTA: El programa general para el desarrollo del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW*, requiere de un tiempo estimado de 20 meses para la preparación del terreno, sitios de plataformas, construcción y armado de 15 unidades aerogeneradoras de electricidad. El periodo de tiempo estimado, puede llegar a modificarse (reducción en tiempos) derivado de la aplicación de maquinaria adicional de apoyo. El tiempo estimado de 20 meses, puede ser incrementado por factores externos tales como suministro de material y equipos, negociaciones adicionales en términos de derecho de vía, disponibilidad de maquinaria especializada.

Tabla 2.8. Programa general de trabajo para el desarrollo y operación del Proyecto (los periodos se presentan en bimestres y años)

Fase de diseño y planeación	Actividades previas y soporte de proyecto									Preparación y Construcción									Operación de Parque Eólico Pinos 30 MW		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Operación (> a 30 años)	Cierre y Abandono
Prospecciones y selección de sitios (licitaciones)																					
Aseguramiento de contrato y título																					
Terrenos y derecho de vía																					
Ingeniería básica																					
Aseguramiento de equipos (compra y fabricación)																					
Ingeniería detallada																					
Estudios ambientales y evaluaciones de sitio																					
Permisos en materia ambiental																					
Preparación e implementación de programas ambientales																					
Obtención de permisos en materia ambiental (CUSTF y MIA)																					
Aseguramiento de instrumento de garantía para cumplimiento ambiental																					
Implementación de Supervisión y Vigilancia Ambiental																					
Etapa de Preparación																					
Delimitación de cada área de trabajo/maniobras																					
Rescate de flora y fauna																					
Limpieza de terreno																					
Recuperación y resguardo de capa orgánica de suelos																					
Instalación de campamento y oficinas de construcción																					
Excavaciones de plataformas y revestimiento de accesos																					
Preparación de camino de acceso																					
Preparación de plataformas individuales (15) de aerogeneradores																					
Relleno, nivelación y compactación de terreno (accesos y plataformas)																					
Instalación de almacenes de construcción, equipos y maquinaria																					
<p><i>El proyecto, una vez que obtenga permisos en materia ambiental, podrá desarrollarse en un periodo estimado de 20 meses, con posible reducción de tiempo de ejecución conforme al suministro de equipos y posible integración de maquinaria adicional de apoyo (en caso de que exista disponibilidad).</i></p> <p><i>Se anticipa que la etapa de preparación requiere de 6 meses, aunque es posible que algunas maniobras sean fragmentadas en tiempo para ser ejecutadas de forma previa a la necesidad de porciones específicas de superficie de obras.</i></p>																					
Etapa de construcción																					
Cimentación de concreto armado para torres																					
Revestimiento de accesos																					
Transporte de equipo desde puerto hasta sitio																					
Armado de grúa principal																					
Armado de sección 1 de torre (15) e instalación en cimentación																					
Instalación de secciones de torre																					
Armado de góndola de aerogenerador e instalación con grúa principal																					
Armado de aspas y buje y acoplamiento a góndola																					
Refuerzo y verificación estructural																					
Instalación de equipo electromecánico, controles y cableado																					
Instalación de línea subterránea																					
Instalación de Línea de Transmisión Pinos - CFE																					
Instalación de Subestación pinos																					
Pruebas mecánicas																					
Pruebas piloto y puesta en marcha (conexión y suministro a CFE)																					
<p><i>El proyecto, una vez que obtenga permisos en materia ambiental, podrá desarrollarse en un periodo estimado de 20 meses, con posible reducción de tiempo de ejecución conforme al suministro de equipos y posible integración de maquinaria adicional de apoyo (en caso de que exista disponibilidad).</i></p> <p><i>Se anticipa que la etapa de Construcción requiere de 14 meses.</i></p>																					
Etapa de Operación																					
Generación de energía eléctrica (producción anual de 76.146 Gwh)																					
Inspecciones y mantenimiento preventivo																					
Reparaciones y eventualmente reemplazo de equipos (aplicación de vida)																					
Ejecución de Programa de Vigilancia y Monitoreo Ambiental																					
Cierre y Abandono (conceptual, al considerar ampliación de vida útil)																					
Desmantelamiento y reciclaje de estructuras																					
Demolición																					
Reforestación de sitio																					

II.2.2 Etapa de preparación del sitio

En general la etapa de preparación del sitio del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW*, abarca las actividades de movimiento de terracería y la preparación de plataformas para maniobras y construcción, iniciando con la excavación, nivelación y compactación. Todo movimiento y/o ocupación de terreno en espacios que albergan vegetación (desmontes), conlleva la aplicación de rescate y reubicación de flora y fauna. Los sitios que presentan suelo orgánico con espesor suficiente para su recuperación y resguardo, contarán con actividades de rescate de suelos.

Las actividades generales a realizar durante la etapa de preparación de sitios son:

- **Delimitación del área de trabajo**

Una brigada de topografía realizará la delimitación de los sitios conforme a los planos de diseño. Esta cuadrilla indicará con ayudas visuales (estacas, postes, mojoneras, banderines, etc.) los límites de la zona a ocupar y los sitios específicos de cada una de las áreas que requieren de preparación.

Esta actividad presenta la ventaja operativa de facilitar y acelerar ingreso de equipos, maquinaria, rápido acomodo para maniobras y reducción en tiempo al contar con claras especificaciones de áreas de trabajo. Así mismo, esta maniobra permite el cumplimiento a los límites geográficos solicitados para la ejecución del Proyecto y la verificación apropiada de cumplimiento ambiental.

- **Ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental**

Como parte de las actividades de preparación del sitio se ejecutarán las tareas establecidas dentro de un Programa de Vigilancia ambiental, destacando que estas actividades están incorporadas al programa de trabajo y no son consideradas como actividades alternas o secundarias.

Las actividades del PVA que destacan para esta etapa son:

- Ahuyentamiento de fauna
- Ejecución de actividades de rescate y reubicación de fauna
- Control de emisiones
- Control de dispersión de polvos
- Mantenimiento de equipos y maquinaria
- Supresión de ruido a través del mantenimiento
- Entre otras

- **Desmonte**

El desmonte de vegetación (matorrales, arbustos y pastos) se llevará a cabo una vez que cada área específica de trabajo sea liberada por el supervisor ambiental a cargo. El material vegetal no

rescatable será eliminado por medios mecánicos y acopiado para su apropiada reincorporación al suelo en áreas aledañas (mejoramiento de suelo).

- **Despalme y recuperación de suelo orgánico**

El despalme de suelo y terreno se llevará a cabo en las áreas de ocupación, por medios mecánicos y en lotes que permitan mantener un control apropiado de los materiales. El despalme de suelo se llevará a cabo en toda área que presente espesores superiores a los 10 cm (rescate) para su resguardo las porciones desprovistas de vegetación en la zona y con pendiente suave que no promueva erosión de tierras.

- **Excavaciones y cortes**

Las actividades de cortes y excavaciones corresponden a la extracción de materiales, suelos, rocas o cualquier otro que es ejecutada a cielo abierto y con el objetivo de retirar el material no apto para construcción, para favorecer las cimentaciones, instalación de línea subterránea, conductos entre aerogeneradores.

El material proveniente de las excavaciones será empleado para el establecimiento de plataformas compactadas y como parte del revestimiento de accesos de intercomunicación.

Las excavaciones y cortes se realizarán con maquinaria pesada (tractor de orugas, retroexcavadora, cargador frontal, camiones de volteo, pipas).

- **Rellenos**

Los rellenos corresponden a las actividades y maniobras requeridas para colocar tierras y/o materiales pétreos en las depresiones naturales o sitios excavados para la instalación de terraplenes de cimentaciones, maniobras y obras. El relleno tendrá la finalidad de elevar secciones de terreno hasta niveles adecuados para el desplante de las obras con dos finalidades principales:

- Incremento de capacidad de carga que permita el acceso y maniobra de equipo pesado, de forma segura para operadores, maquinaria y equipo
- Incremento de terreno por encima de nivel de suelo y de tal forma que se evite encharcamiento (esto puede afectar la estabilidad de cimentaciones, así como llegar a representar un potencial atractivo para fauna)

Los rellenos se realizarán con la misma maquinaria pesada que en las actividades de excavación y cortes y además se utilizarán vibrocompactador y motoconformadora).

- **Uso de explosivos**

No se prevé el uso de explosivos.

- **Plataformas**

Los terraplenes son las estructuras de tierra y material pétreo, formadas con material incorporado al área de trabajo, también conocidos como plataformas, donde se realizan las actividades de nivelación y compactación dando el acabado y afinamiento de lo que será la base firme para las actividades de construcción.

Para el Proyecto los terraplenes tendrán dimensiones variables de acuerdo a la condición específica de cada obra en cada sitio de los 15 aerogeneradores (tamaño promedio de 1769 m²). El material de relleno provendrá de las áreas donde se requiera algún corte del terreno y del sitio especificado como “área de aprovisionamiento de material pétreo).

Descripción de plataformas:

- En las plataformas se emplean para establecer áreas de trabajo y maniobras de maquinaria pesada (grúas, vehículos) y contar con un espacio de acopio de equipos conforme se van requiriendo (se suministran desde almacén en secciones)
- El criterio de mayor importancia para el establecimiento y conformación de la plataforma, es la compactación adecuada del terreno nivelado, de tal forma que pueda soportar de forma segura a la grúa principal, así como contar con espacio para izar equipos.
- Se deberá evitar en lo posible que las redes subterráneas de fuerza y comunicaciones, atraviesen las plataformas. En caso de no poderse evitar, será necesario entubar la red y cementar en la parte exterior del tubo o tubos, hasta conseguir un recubrimiento mínimo de 5 cm.
- La composición de la zona de trabajo de vehículos y grúas, constará de una buena explanada tipo E2 o E3, con una capacidad portante en el nivel superior de al menos 4 Kg/cm² (aprox. 0.4 MPa) manteniéndose este valor hasta una profundidad de al menos 5 - 6 m. El grado de compactación será tal que la densidad seca tras compactación sea del 95 % del Próctor normal o superior. En los casos en que sea necesario se aplicará una capa de grava artificial de 30 cm de espesor, compactada hasta el 98 % del Próctor modificado.
- La composición de las zonas de acopio constará de una explanada del tipo E2 o superior, con una capacidad portante en el nivel superior de al menos 2 Kg/cm² (aprox. 0.2 MPa) manteniéndose este valor hasta una profundidad de al menos 5 - 6 m. La densidad alcanzada tras la compactación deberá ser suficiente para que el material de la explanada soporte equipos cargados. En las zonas de acopio, si se cumple lo establecido, no se necesita capa de grava. La compactación del material de relleno tanto en las plataformas como en las zonas de acopio se efectuará en capas de 30 cm de espesor máximo, para garantizar la efectividad de la maquinaria en toda la sección.
- La pendiente de la superficie de la zona de trabajo de vehículos y grúas tendrá una pendiente mínima del 0.2 % y máxima del 1 %, para poder drenar el agua superficial.

- La superficie de la zona de acopios tendrá una pendiente mínima del 0.2 % y máxima del 3 % si la grúa es de vía estrecha y en el caso de usarse una grúa de vía ancha la pendiente ha de ser del 0.5%, para poder drenar el agua superficial.
- No se acepta en ningún caso superficies cóncavas que ocasionen áreas de encharcamiento y consiguiente peligro de fluencia del material tras la aplicación de grandes presiones. Además, se tendrá cuidado de que la superficie de plataforma o zona de acopio no drene en ningún caso hacia la viabilidad de acceso a la misma.
- En las plataformas, sobre todo en la zona de trabajo de vehículos y grúas, se asegurará que la cota superior de explanada esté al menos 90 cm por encima del nivel más alto previsible a posibles escurrimientos y/o acumulación de agua (si el agua freática es profunda y no representa riesgo a plataformas al establecerse en formaciones cerriles).

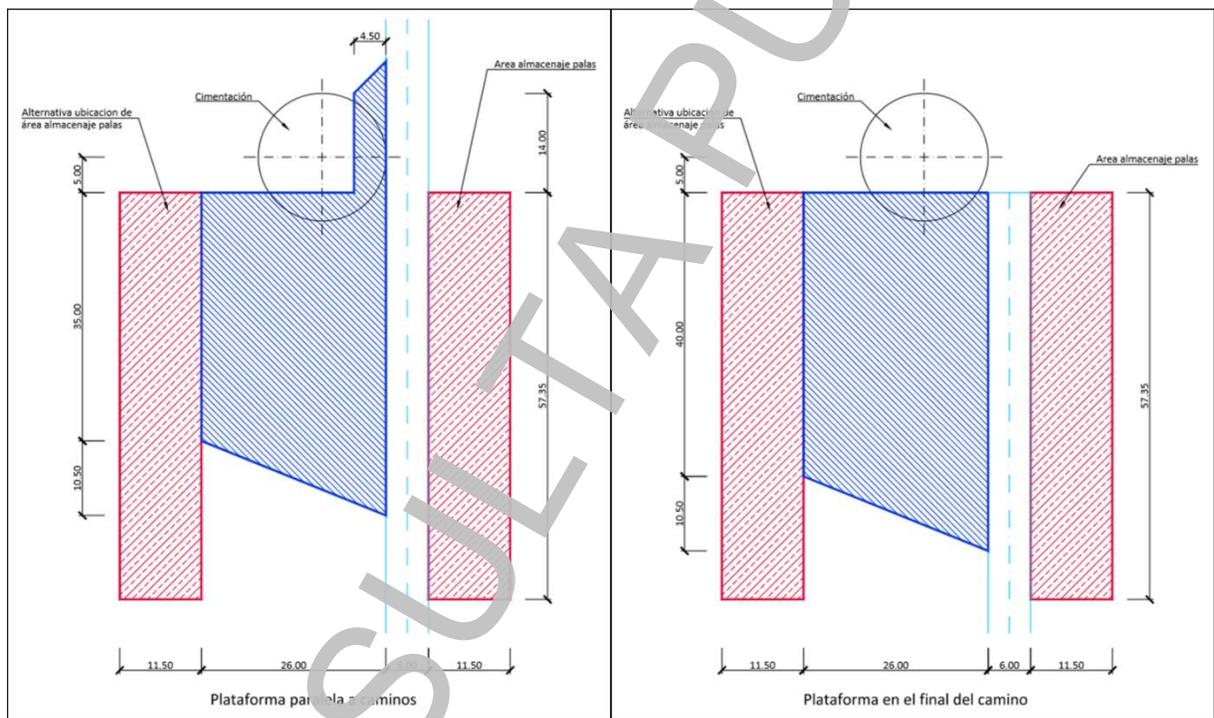


Figura 2. 6. Esquemático de conformación de plataformas

- Accesos de intercomunicación

En las viabilidades tanto de acceso a la central como viabilidades internas, conviene suprimir los cambios de rasante bruscos en todo lo posible. Las grúas, palas y ciertos tramos de torres son muy largos y pueden quedarse sin tracción en el centro de los mismos, en los acuerdos cóncavos o colisionar con el terreno en los convexos.

Los accesos considerados implementan las siguientes especificaciones:

- En ningún caso un cambio de rasante con longitud menor o igual a 10 m podrá tener un desnivel de más de 20 cm. Esta restricción también se puede expresar empleando el parámetro Kv definido en especificaciones de carreteras (sección de trazado de vialidad).
- Debido a las dimensiones de ciertos componentes (góndola 10.4 m de largo por 3.5 de ancho, y tramos inferiores de las torres 4.2 m de diámetro), obliga a transportarlos en equipos de transporte muy específicos a muy poca altura del suelo (15 - 40 cm), con lo que las vialidades deberán estar lisas, eliminándose, en la medida de lo posible, salientes como piedras, rocas, etc., que puedan dañar la plataforma de la góndola o los tramos de torre y dificultar el transporte.
- El máximo peso soportado por las vialidades corresponde al transporte de la góndola (aprox. 70 Ton) en el caso de las vialidades de acceso al parque y al movimiento de la grúa principal (500 - 700 Ton) en el caso de las vialidades internas de la central. Si bien el peso de los transportes es importante, la experiencia indica que el mayor deterioro del mismo sucede por el continuo paso de los camiones cargados con los diferentes elementos de la máquina, o incluso los camiones de volteo y concreto.
- La capacidad portante o carga admisible que deben tener la vialidad de acceso al parque debe ser mínima de 2 Kg/cm² (aprox. 0.2 MPa) y en las internas de la central deberá ser mínima de 4 Kg/cm² (aprox. 0.4 MPa), a cota de rodadura, manteniéndose este valor hasta una profundidad de al menos 1 m en las vialidades de acceso a central y de 3 m en las vialidades entre aerogeneradores.
- El grado de compactación de las capas de material para explanada deberá garantizar una densidad seca que no podrá ser inferior al 95 % de la obtenida en el Próctor normal.
- Se podrá emplear el uso de una capa de grava natural como parte de la estabilización de camino, en caso de que exista material de préstamo de buena calidad y/o suministro apropiado que pueda ser convalidado con proveedores locales.
- La densidad seca exigida después de la compactación para los distintos tipos de materiales que forman el firme es del 98 % de la obtenida en el ensayo Próctor Modificado o superior.
- En todo momento la compactación del material de relleno se efectuará en capas de 30 cm de espesor máximo, para garantizar la efectividad de la maquinaria en toda la sección.

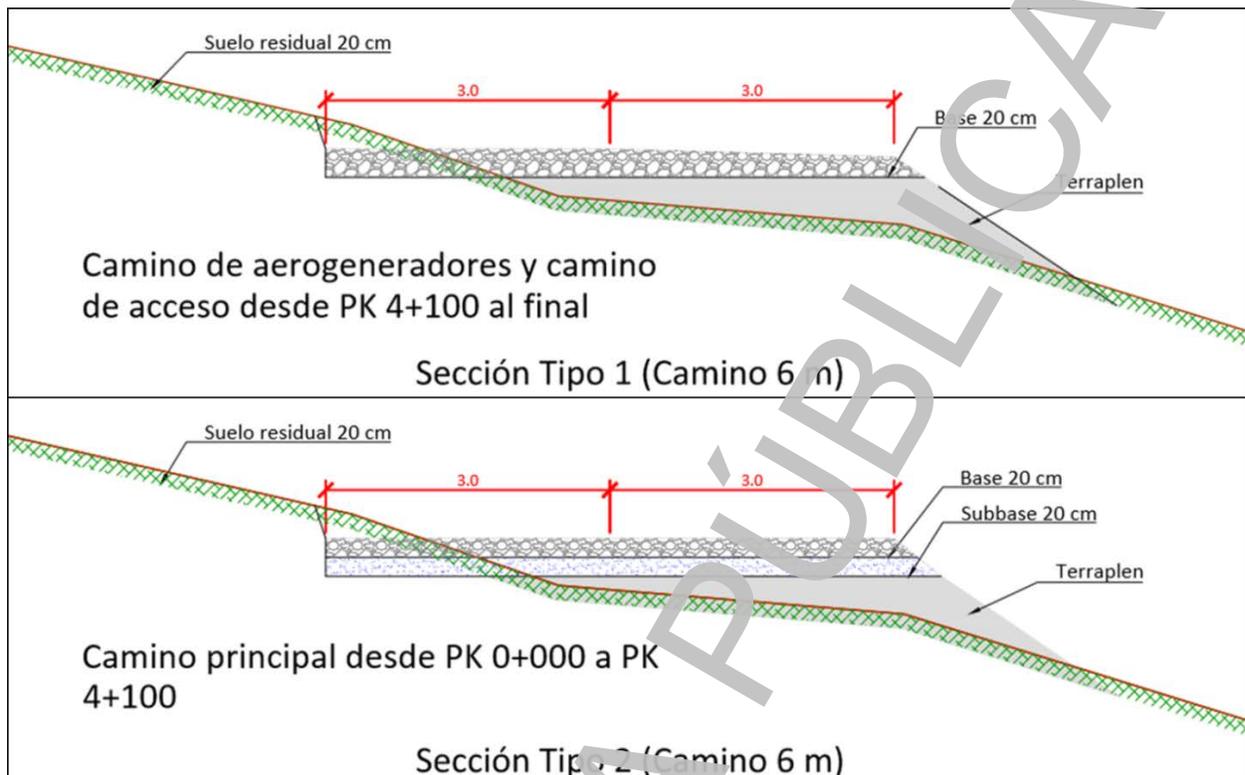


Figura 2. 7. Esquemático de conformación de accesos de intercomunicación

II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

El Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW*, contempla la construcción de obras asociadas, que permitan llevar a cabo las actividades requeridas:

- Instalación de almacenes (3), de construcción, equipo y maquinaria
- Zona de aprovisionamiento de material pétreo para plataformas y accesos de interconexión
- Oficinas y campamento de construcción

Las superficies que no tengan utilidad en la operación, serán estabilizadas y restituidas, salvo por porciones estratégicas para instalación de equipamiento menor, tales como tanque de almacenamiento de agua para servicios y contra incendios, bodega de herramienta, equipo de mantenimiento, equipo de supervisión y monitoreo ambiental, entre otros.

- Almacenes

La etapa de preparación y construcción, requieren de la instalación de espacios controlados y apropiados para resguardo ordenado de materiales, equipos y maquinaria. Al ser un proyecto que implica grandes dimensiones de componentes y maquinaria de gran tamaño, los almacenes requeridos son de tamaño importante.

Almacén 1 de construcción

- Espacio nivelado para almacenamiento de materiales de construcción: grasas, aceites, combustible (tanque temporal y portátil de capacidad inferior a 5.000 L), concreto, acero, herramientas, materiales, arenas, gravas, residuos sólidos no peligrosos y área de resguardo temporal de residuos peligrosos (grasas, aceites, filtros, estopas impregnadas) en barriles de 200 L, resguardo de materiales reciclables (cartón, plástico, metal).
- El almacén propuesto se propone al ingreso del parque, en una superficie de 2.5129 ha.

Almacén 2, de equipo de aerogeneradores eléctricos

- Espacio reservado para la recepción, acopio y resguardo de componentes de aerogeneradores (secciones de torre, aspas, góndola, controles, transformadores, buje o nariz).
- Dadas las dimensiones de los equipos (por ejemplo, cada aspa mide 49 metros de largo por 3.9 metros de ancho, torres de 95 metros de alto en secciones, góndola de 10.4 de largo por 3.5 metros de ancho), el espacio nivelado para resguardo y maniobras de descarga y cargado es de 3.9276 ha.

Almacén 3, de maquinaria

- Espacio propuesto para el resguardo ordenado de maquinaria de movimientos de tierras y maniobras constructivas, tales como camiones, grúa principal, grúas secundarias de soporte, retroexcavadora, buldócer, etc.
- El área de almacenamiento de maquinaria cubre una superficie total de 0.9166 ha.

Espacios temporales de resguardo de material

- Se propone, como espacio auxiliar y posible incremento en eficiencia de suministro de componentes, a la utilización de plataformas de aerogeneradores cercanas a la plataforma que se encuentre en proceso de construcción, como espacio de acopio temporal de equipos y medida de reducción de superficie total requerida para fines de almacenamiento de equipo de grandes dimensiones.

- **Campamento y oficinas de construcción**

El desarrollo de proyecto requiere de la instalación de obras provisionales para otorgar administración y supervisión de contratistas, construcción, materiales, así como para suministro de servicios a personal y contratistas:

- Estructuras móviles con servicios instalados para oficinas
- Dormitorios móviles con servicios (cuartos, sala, cocina, baños, lavandería)
- Planta de electricidad portátil para servicio de personal
- Superficie general, nivelada en 1.3605 ha de terreno.

- **Material pétreo**

Se propone la instalación de un sitio de material de préstamo para aprovisionamiento de pétreos a ser utilizados en la preparación de plataformas y estabilización de caminos.

- El grado de aprovechamiento depende de la cantidad de material recuperado en el corte y relleno de plataformas y caminos para aprovechamiento in situ.
- El sitio se localiza en porción de pendiente media y sin riesgo a colapso y/o detonante de procesos erosivos, en una superficie general de 2.32.14 m².
- El sitio es estabilizado al finalizar su utilización para proyecto, considerando que bastará el suavizado de cortes y establecimiento de cubierta vegetal.

II.2.4 Etapa de construcción

La etapa de construcción abarca la instalación de los aerogeneradores y la construcción de obras de conexión (línea eléctrica subterránea, subestación y línea de transmisión aérea de subestación pinos a CFE). En términos sencillos, corresponde a la construcción de torres y turbinas, líneas de transmisión internas, subestación y LTE Pinos-CFE:

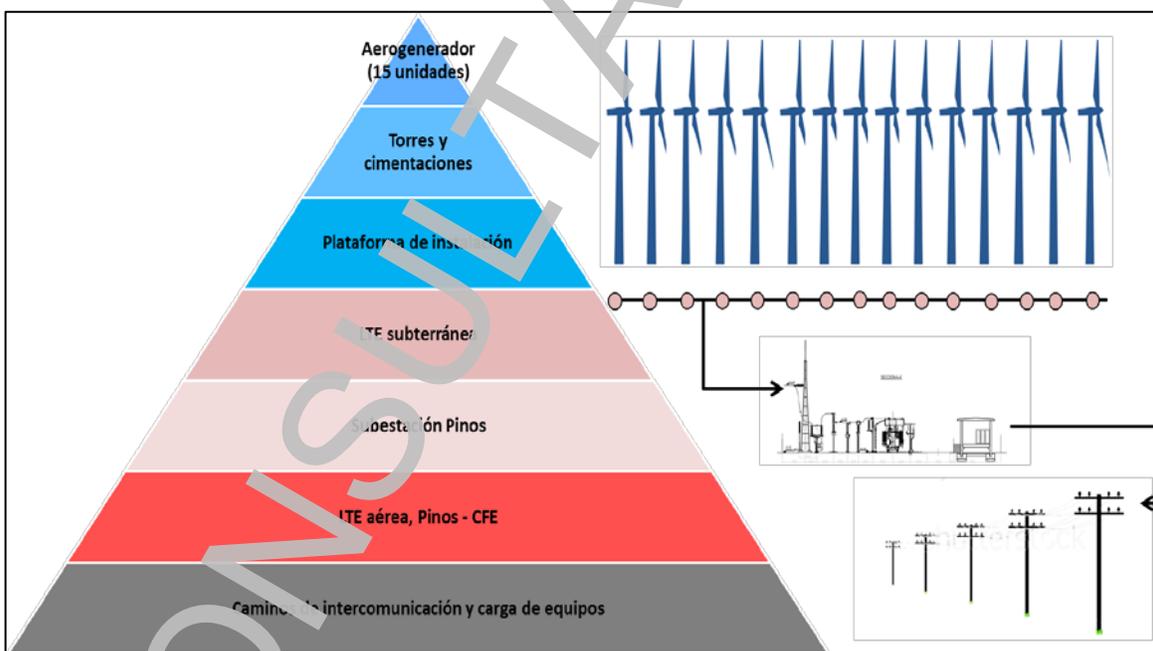


Figura 2. 8. Obras de etapa de construcción

- **Construcción de aerogeneradores**

Cimentaciones y zarzetas

- La cimentación habitual de los aerogeneradores es una zapata cuadrada con una zona cilíndrica elevada en el centro del cuadrado también denominada pedestal. Todo el conjunto es de concreto armado con acero.
- Sobre el cilindro y previo al vertimiento de concreto del conjunto, se sitúa el collarín con la circunferencia de roscas de M36 sobre las que se atornilla la estructura de la torre del aerogenerador. Esta pieza está prevista además para permitir el apoyo de la unidad de control del aerogenerador y para que los cables puedan salir del interior de la torre.
- Los materiales que se emplearán son los siguientes:
 - Concreto HA - 30 de una resistencia característica, o f_{ck} de 35 N/mm^2
 - Acero B 500 corrugado de límite elástico (f_{yk}) 410 N/mm^2
- Las cargas que actúan sobre la parte superior de la zapata, de acuerdo con los datos suministrados por fabricantes de aerogeneradores son:
 - Carga vertical, $N = 2,486 \text{ kN}$
 - Carga transversal, $Q = 560 \text{ kN}$
 - Momento, $M = 49,000 \text{ kNm}$
- Los esfuerzos anteriores están incrementados (medida de seguridad) con un coeficiente de ponderación de 1.3 para absorber los esfuerzos dinámicos producidos por las ráfagas de viento, y de acuerdo con lo especificado en las Normativas de cálculo vigentes.
- En cuanto a la geometría de la zapata, y también de acuerdo con los datos suministrados por el fabricante de los aerogeneradores, se toman como válidos, a expensas de los estudios geológicos pertinentes, los siguientes valores aproximadamente:

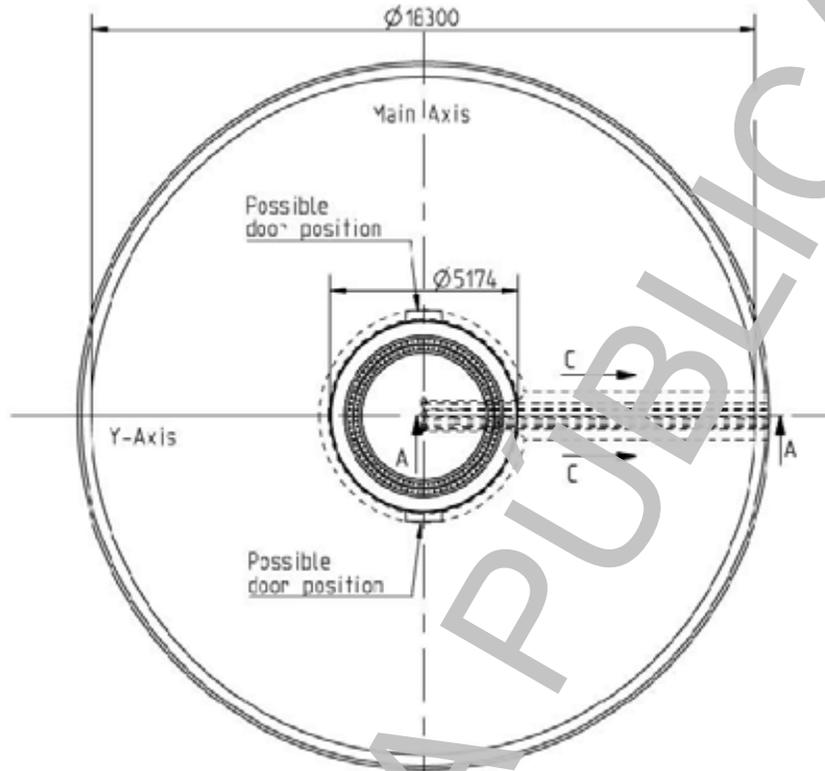


Figura 2. 9. Esquema de cimentación, zapata y acople de torre

El peso específico del concreto armado se considera igual a 24 kN/m^3 . En la ejecución de las zapatas, se seguirán las normas habituales de buena práctica, como excavar la última parte de los pozos justo antes del vertido de concreto, y vaciar una capa de concreto de limpieza de 100 mm antes de colocar las armaduras y el concreto de altas prestaciones. Quedará terminantemente prohibido el vaciado de algún concreto realizado en sitio para la ejecución de las zapatas.

Asimismo, será preciso extraer muestras del concreto vaciado para someterlas a ensayos destructivos en función de su tiempo de curado, de forma que garanticen las resistencias características utilizadas en el cálculo de la cimentación. El procedimiento para realizar estas labores será el especificado para estructuras realizadas con concreto armado. Se utilizará acero certificado, y el emparrillado será realizado en taller y trasladado a la obra para su colocación con la menor intervención en sitio de forma que no sea preciso establecer niveles de control particulares para el mismo.

En cuanto a las características del terreno, y sin perjuicio de los sondeos de mayor detalle que se deberán realizar previos a la instalación de los aerogeneradores, se estiman como razonables, las siguientes:

- a) Peso específico, 18 kN/m^3 .
- b) Carga admisible, $200 \text{ MPa (N/mm}^2\text{)}$.
- c) Profundidad a zona de humedad, $> 2.5 \text{ m}$

En el caso en que no se cumplan estas características, y muy especialmente en el caso en que la carga admisible sea inferior a la citada, o el nivel de encharcamiento se presente más próximo a la superficie, será preciso tomar medidas especiales que invalidarán las estimaciones de la cimentación realizadas, y no serán de aplicación las recomendaciones estándar dadas por el fabricante de las turbinas.

- **Montaje de aerogeneradores**

El montaje de cada uno de los 15 aerogeneradores conlleva en mismo tipo de componentes, materiales, maquinaria y maniobras:

- 1) Instalación de equipo y controlador en interior de torre (a nivel de piso)
- 2) Izar sección inferior de torre por medio de grúas
- 3) Acoplamiento a cimentación
- 4) Izar sección 2 por medio de grúas
- 5) Izar sección 3 por medio de grúas
- 6) Verificación estructural de torre
- 7) Preparación de góndola con equipos
- 8) Izar góndola por medio de grúa principal
- 9) Ensamblado de aspas a buje
- 10) Izar aspas y buje para acoplamiento a góndola
- 11) Verificación de ensamblaje y estructura
- 12) Ensamble de equipo, tren motor, sensores, generador
- 13) Cableado de cada torre
- 14) Verificación de control y aseguramiento de calidad
- 15) Pruebas mecánicas
- 16) Pruebas piloto
- 17) Conexión a subestación
- 18) Puesta en marcha

El procedimiento general de instalación de aerogeneradores se presenta en las siguientes figuras esquemáticas de pasos generales y maniobras:



Figura 2. 10. Proceso general de instalación de aerogenerador (planeación hasta recepción)



Figura 2. 11. Proceso general de instalación de aerogenerador (torre hasta puesta en marcha)

- **Línea eléctrica interior**

La línea interna del parque que conecta a los aerogeneradores Norte con los aerogeneradores Sur, corresponde a una línea de transmisión de media tensión con instalación subterránea. Estas líneas serán las que unan los transformadores de los aerogeneradores con la subestación transformadora 34.5/115 kV.

El número y la disposición de las líneas lo determina la disposición de los aerogeneradores. El tendido de estas líneas será subterráneo, realizándose una zanja preparada al efecto, con una profundidad de 0.70 m., variable si se producen cruzamientos. El fondo de la fosa se cubrirá con 25 cm. de arena inerte y seca sobre los que se ubican los conductores, cubiertos por dicha arena. Sobre dichos cables se colocarán piezas cerámicas o de concreto que permitan conocer la existencia de los mismos en caso de obras posteriores. Sobre esta base se apisonará una capa de tierra de 20 cm. procedente de la propia excavación, y sobre esta una cinta plástica con aviso de “Alta Tensión”. La zanja se terminará con tierra procedente de la propia excavación, convenientemente apisonada. Se instalarán regularmente arquetas de concreto que permitan la supervisión e interconexión de los circuitos.

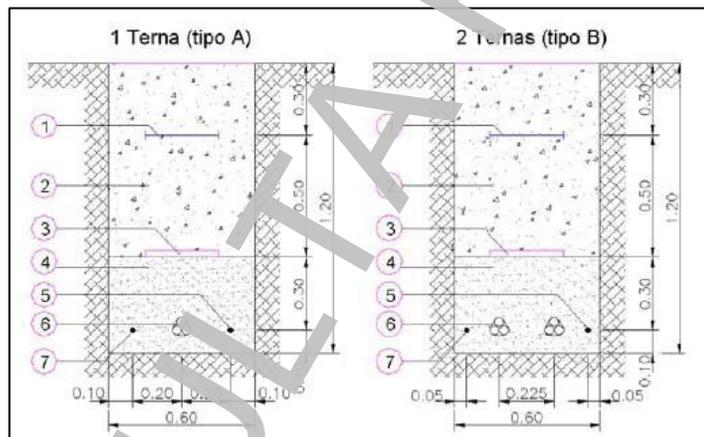


Figura 2. 12. Zanja de instalación de línea subterránea

Los 15 tramos (8 y 7) de la línea eléctrica, conectan cada uno de los transformadores de los 15 aerogeneradores con la subestación de transformación eléctrica Pinos.

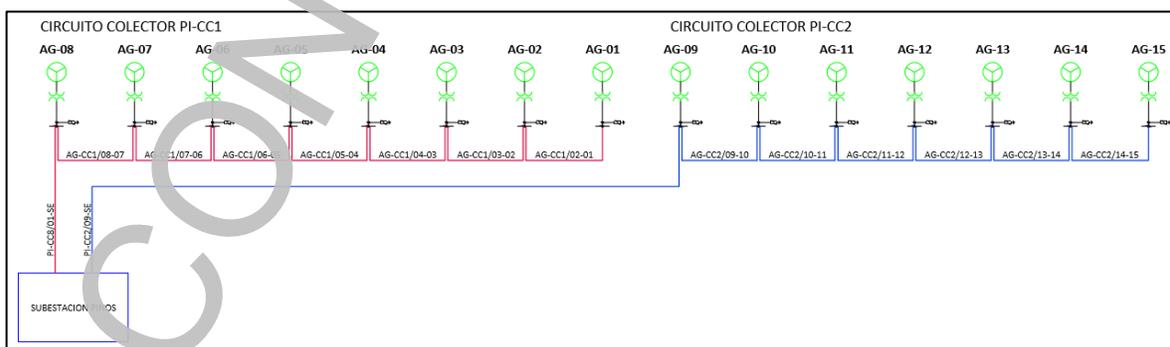


Figura 2. 13. Esquema unifilar de la red de 15 aerogeneradores

- Subestación Pinos

Habitualmente la ejecución de la subestación transformadora de una Central Eoloelectrica, es una de las obras de mayor importancia de las instalaciones puesto que incluye prácticamente el único edificio permanente que se debe realizar en todo el parque, así como una nivelación para su instalación. Para minimizar los movimientos de tierra, se ha seleccionado un emplazamiento lo más plano posible, cercano a los aerogeneradores Norte y Sur y en el que la instalación del centro de protección y control no suponga ningún daño al entorno.

Las obras civiles que incluirá la subestación transformadora son las siguientes:

- Nivelación a una misma cota. Se nivelará una superficie de aproximadamente 533 m².
- Cimentación y construcción del edificio de control y protección.
- Cimentación perimetral de un zócalo de concreto armado de 0.5 metros de altura sobre el que se situará la valla metálica realizada con perfiles metálicos laminados.
- Cimentación de los soportes de aparatos eléctricos que lo precisen.

Para la ejecución de las cimentaciones, se empleará un concreto armado cuyas características serán las siguientes:

- Concreto HA - 35 de una resistencia característica, o fck de 35 N/mm².
- Acero B 400 corrugado de límite elástico (fyk) 410 N/mm².

Se aprovecharán los camiones de concreto utilizados para la cimentación de los aerogeneradores para realizar estas cimentaciones adicionales. Es preciso reconocer que, de esta manera, se está empleando un concreto de características muy superiores a las habituales en cimentación.

Por lo que respecta al zócalo del muro perimetral, se realizará en concreto ligeramente armado con las características siguientes:

- Concreto HA - 17,5 de una resistencia característica, o fck de 17,5 N/mm².
- Acero B 400 corrugado de límite elástico (fyk) 410 N/mm².

El concreto necesario para este muro podrá ser realizado en la obra.

- Control pluvial.

En las zonas en que los caminos puedan distorsionar alguno de los cauces naturales de desagüe, se realizarán obras de canalización y paso subterráneo que permitan mantener íntegramente el esquema de flujo de aguas pluviales existente en la zona. El sistema de drenaje consta de unos elementos longitudinales, la cuneta en el pie del talud de desmonte de la vialidad, y de unos elementos transversales, los caños que cruzan la viabilidad, que restituyen el caudal de agua al talud del terreno natural situado bajo la viabilidad. Los caminos, en un margen, llevarán una cuneta de

desagüe de 0.70 m de anchura y 0.35 m de profundidad. Se proyectan las obras de drenaje transversal para paso de pequeños cauces, así como para evacuar regularmente los escurrimientos superficiales sin que se produzca daños de erosión. Los criterios de diseño del sistema de drenaje, con el objetivo de respetar al máximo el régimen natural de escurrimientos han sido la implantación de drenes transversales, de diámetro 0.40 m, separados una distancia variable pero pequeña (del orden de 50 metros) de modo que no den lugar a concentraciones importantes de caudal. Con ello se evitan los posibles efectos perniciosos de los caudales importantes, que podrían erosionar tanto la cuneta por la que discurren como la zona de desajuste del caño, donde se incorporan a la superficie natural del terreno.

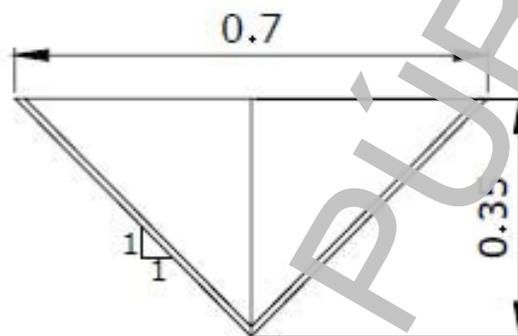


Figura 2. 14. Esquemático de cuneta “tipo”

II.2.3.1. Construcción de obras y actividades provisionales del proyecto

Las obras complementarias y/o asociadas que se consideran como provisionales y que serán retiradas del sitio una vez que sea iniciada la operación estable del parque, corresponden a:

- Campamento de construcción, el cual consiste en tráiler portátiles con servicios y que serán remolcadas fuera del sitio (son un servicio contratado para la construcción)
- Oficinas de construcción, estructuras portales y/o desmontables que se eliminan al poner en marcha el Parque Eólico
- Almacenes, correspondientes a explanadas y que se eliminará la totalidad de equipo, materiales, maquinaria, residuos. Se lleva a cabo una limpieza y se evalúa la utilidad de porciones de cada almacén para instalación de alguna obra o equipo de apoyo estratégico (tanque de agua, sistema de combate contra incendios)
- Plataformas (Norte y Sur), se lleva a cabo la limpieza y reforestación de la porción de terreno
- Área de aprovisionamiento de pétreos, empleado únicamente en la etapa de preparación y construcción para apoyo de obras que requieren de material adicional para alcanzar relleno compactado. El sitio no continúa siendo operado y es estabilizado al terminar la etapa de construcción (o durante el inicio de operación)

II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento

La etapa de operación y mantenimiento del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW*, abarca los siguientes bloques generales:

- Generación de energía eléctrica por medio de 15 aerogeneradores, cada uno con capacidad nominal de 2 MW para un potencial de 30 MW y generación anual estimada en 76.46 Gw
- Mantenimiento de aerogeneradores y sus componentes (tren motor, generador, transformador, etc.)
- Operación de subestación Pinos
- Operación de Línea de Transmisión Eléctrica (LTE) de subestación Pinos a conexión con red CFE
- Uso de caminos de acceso e internos
- Mantenimiento preventivo y correctivo de componentes de parque y líneas de transmisión

Los componentes generales de la operación, se presentan en el siguiente esquemático de Proyecto:

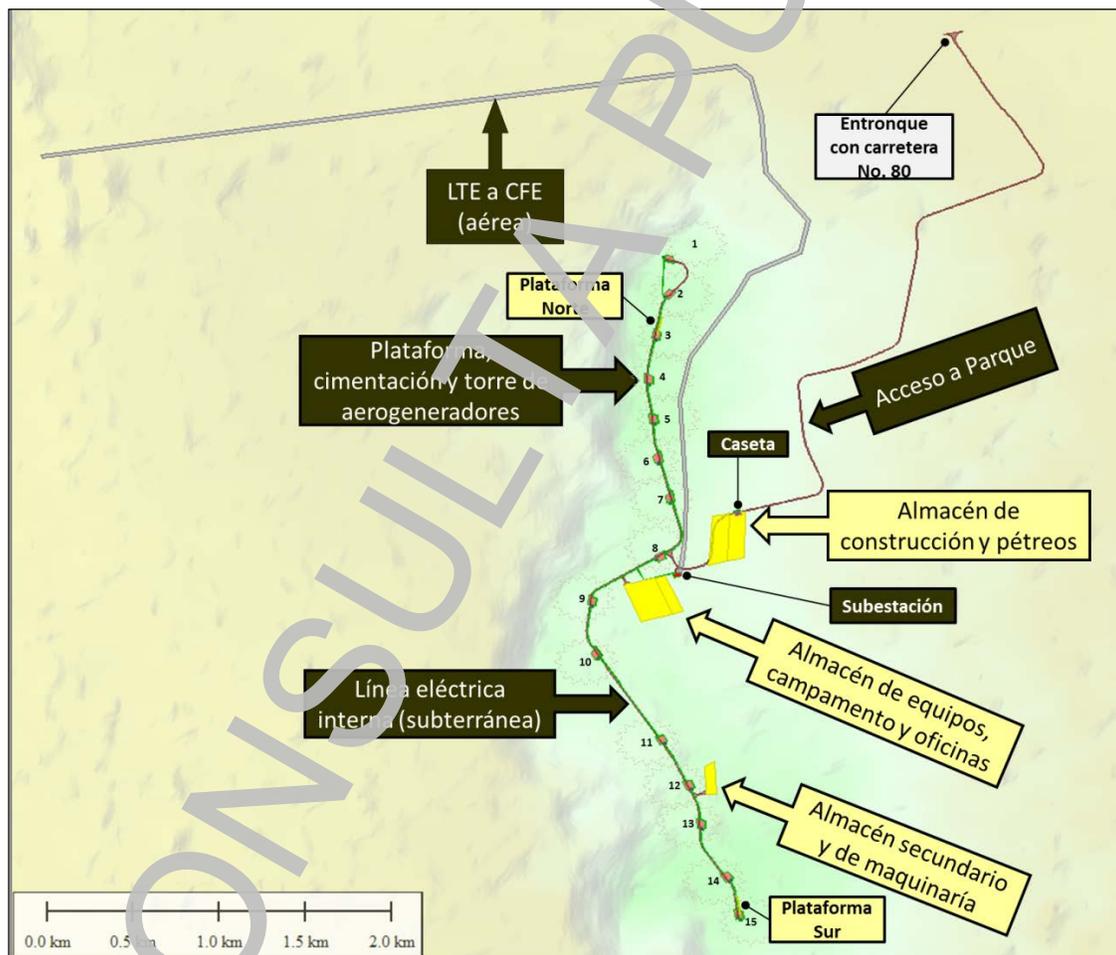


Figura 2. 15. Esquemático de componentes de operación

- Aerogenerador de 2 MW

El Proyecto plantea la instalación de 15 aerogeneradores, cada uno de 2 MW de capacidad. Los aerogeneradores corresponden a estructuras de aproximadamente 150 metros de altura, conformadas por:

- Torre de 95 metros de altura
- Góndola que alberga tren motor, generador y equipamiento
- Aspas de 49 metros de longitud (3 en cada unidad) conectadas a nariz o buje

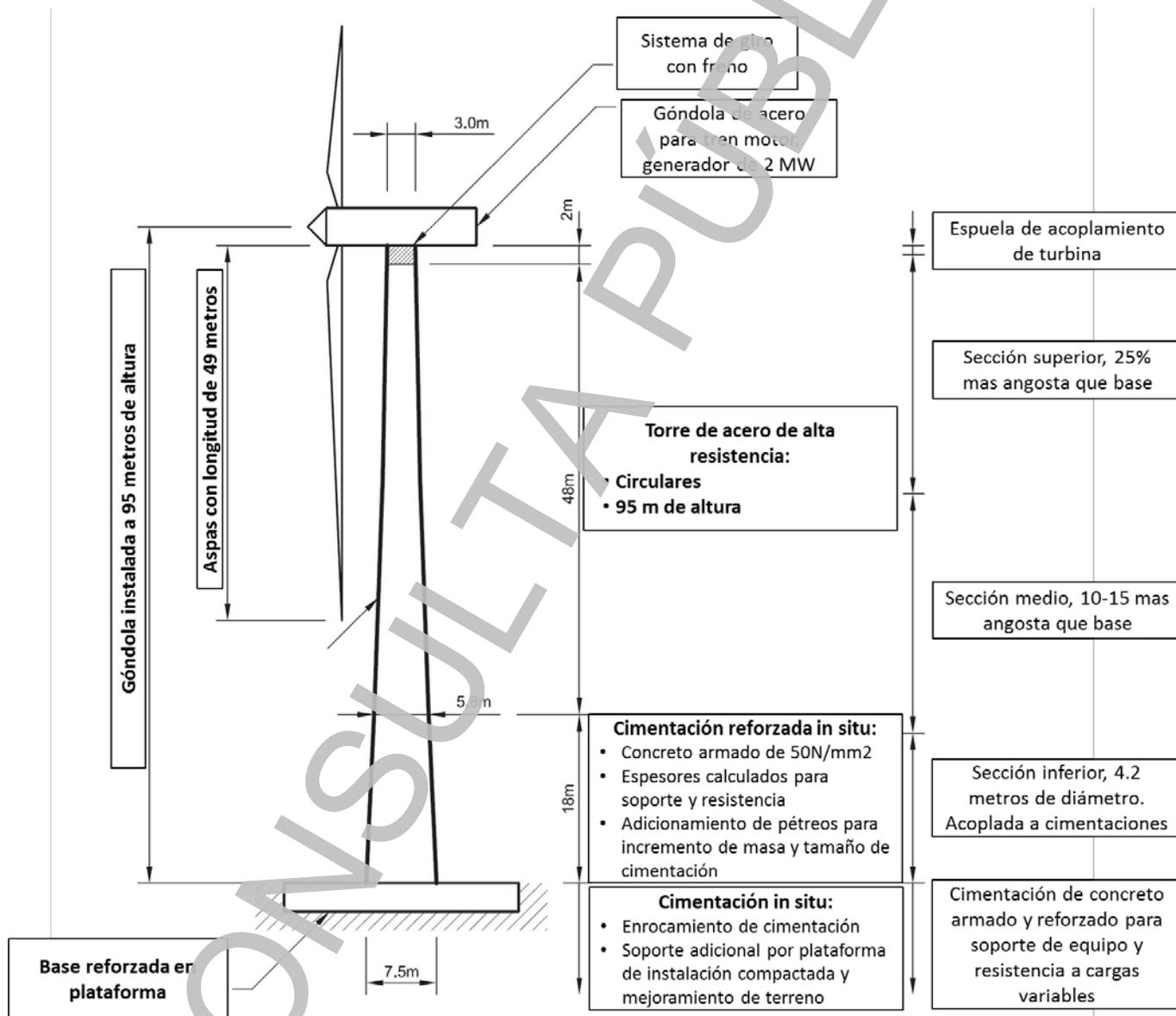


Figura 2. 16. Esquemático de Torre y Aerogenerador

La góndola de los aerogeneradores corresponde al componente de mayor complejidad electro-mecánica, que alberga al sistema de control, soporta buje con aspas, transformador, sistema de

enfriamiento, control de velocidad de aspas, sistemas de monitoreo de condiciones meteorológicas, sistema de frenado, paro y arranque automático de aspas:

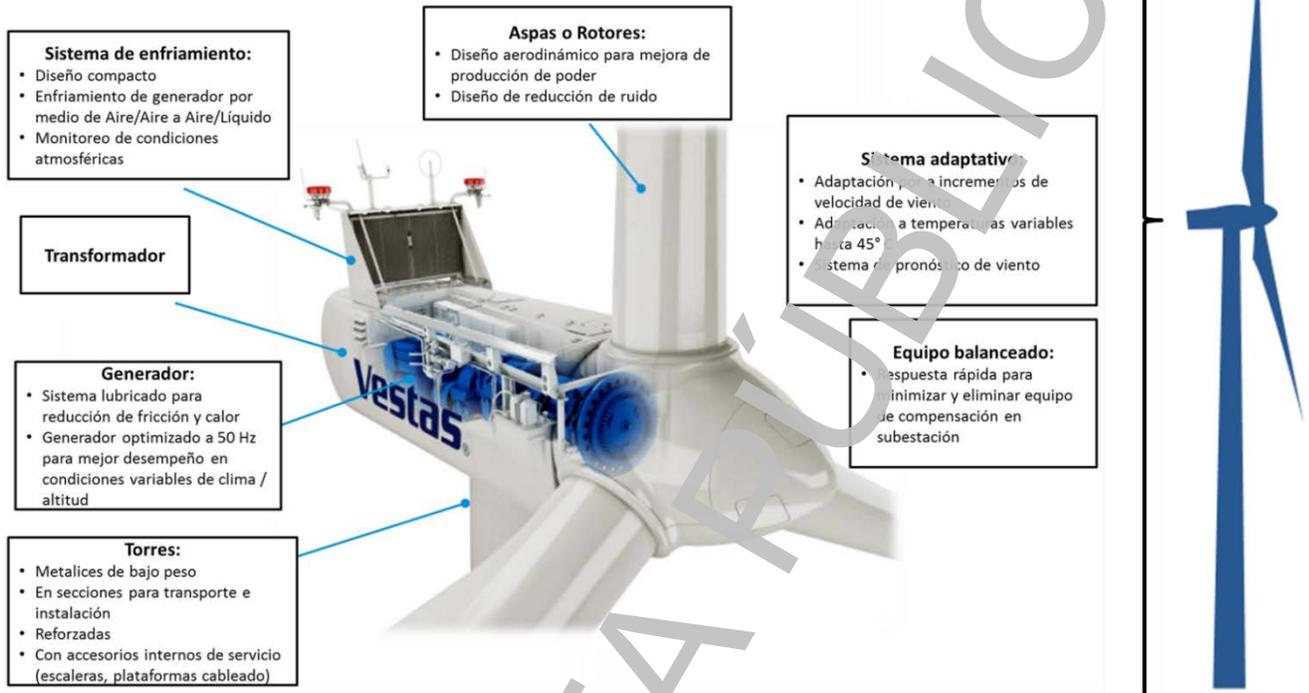


Figura 2. 17. Componentes de góndola de cada aerogenerador

La energía eléctrica corresponde a la transformación de energía eólica en energía mecánica de rotación utilizable (por generador). El sistema mecánico hace girar el rotor del generador (alternador).

Las aspas del “molino de viento” corresponden a la estructura de plástico reforzado con fibra de vidrio (bajo peso y flexibilidad) que son empujadas por la acción de viento en velocidades de viento en el rango de 3 m/s (arranque) y 22 m/s (paro).

Cada aerogenerador cuenta con 3 aspas de 49 metros de longitud, las cuales pueden mantener su operación en rango amplio de velocidad de viento por medio de inclinación de aspa (control de resistencia ofrecida a viento). El diámetro de giro de los rotores es de 100 metros cuadrados y la superficie total de barrido es de 7,854 metros cuadrados para cada aerogenerador.

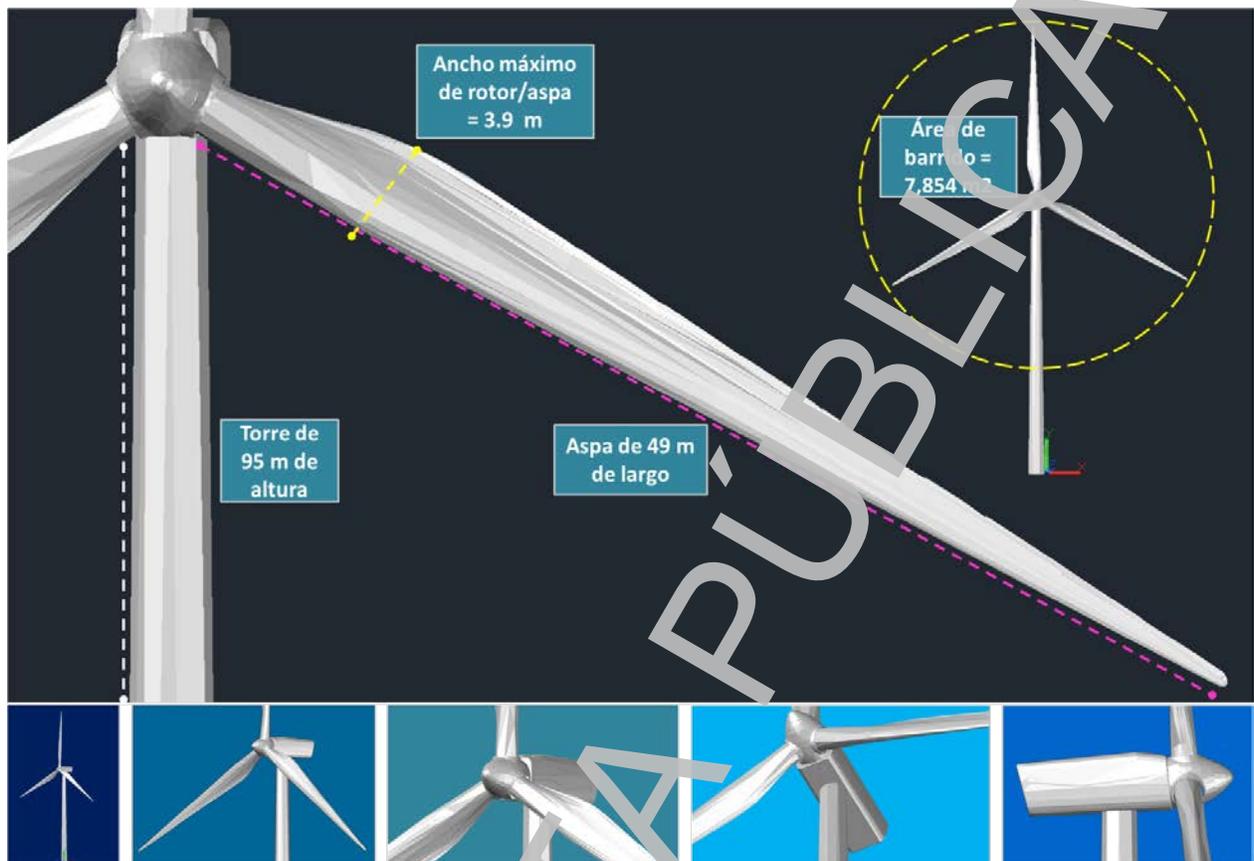


Figura 2. 18. Componentes de aspas o rotores de aerogenerador

Los aerogeneradores operarán en forma automática, es decir, cuando la velocidad del viento promedio por más de 10 minutos sea del orden o superior a los 3 m/s, la unidad iniciará el giro de las aspas hasta alcanzar la velocidad necesaria para su sincronización a la red eléctrica a la que se conectará y de esta manera, aportar potencia eléctrica activa de acuerdo a la velocidad del viento y su intensidad. El sistema entra en modo de frenado o paro a partir de una velocidad de viento superior a los 22 m/s como medida de seguridad para evitar sobrecalentamiento y desgaste excedente a especificaciones equipos.

La operación de cada uno de los componentes que conforman a los aerogeneradores, tiene las siguientes características:

Rotor

El rotor del aerogenerador está constituido por tres aspas que se fijan a la flecha dentro de un cubo rígido, utilizando un controlador activo de paso para ajustar el ángulo de ataque de las aspas al viento. Este control optimiza la captura de la energía del viento en todos los rangos de velocidad, además de que reduce el daño de la turbina a altas velocidades, sacándola de operación variando el ángulo de paso.

Aspas

Las aspas están construidas en fibra de vidrio con poliéster, presentando una alta eficiencia aerodinámica para obtener un máximo aprovechamiento de la energía del viento, así como una resistencia mecánica adecuada para soportar las cargas a las que serán sometidos durante su de operación, además de producir bajos niveles de ruido.

Buje de soporte de aspas (nariz)

El buje está construido de hierro fundido, el cual es montado directamente sobre la flecha del rotor. Su función es la de transmitir el movimiento de giro de los alabes hacia la flecha, así como también resistir las cargas de las aspas que son soportadas por el chasis del soporte del aerogenerador. Hay un acceso al cubo de alabes para la inspección y servicio de los sistemas de paso y los pernos de montaje de las aspas.

Flecha de transmisión

La flecha de transmisión tiene como función transmitir el movimiento del conjunto de los álabes y su soporte, hacia el rotor del generador. Está montada sobre el chasis mediante rodamientos que le permiten una transmisión con el mínimo de fricción y realineamiento, de tal forma que no se transmiten cargas laterales y axiales al rotor del generador.

Sistema de frenado

El sistema primario y secundario de frenado es ejecutado por el sistema independiente de inclinación de aspas. Este sistema está compuesto por la Unidad de Control de Inclinación (Pitch Control Unit, PCU), Unidades de Energía de Emergencia (EPU) y tres transmisiones de inclinación. El PCU controla la actividad de inclinación en condiciones controladas (como regulación de la velocidad del rotor en velocidades de viento establecidas y apagados automáticos) y los EPU usan baterías como fuente de poder y sirven como sistema secundario o de emergencia para inclinar las aspas en todas las demás condiciones.

La transmisión del sistema de inclinación está compuesta por un motor y una caja de engranaje de reducción de velocidad. El sistema de inclinación es a prueba de fallos, basado en un sistema en el cual las tres aspas son inclinadas de forma independiente una de la otra cuando están funcionando en el modo de emergencia o secundario.

Sistema de lubricación

Todos los cojinetes en la caja de engranajes son lubricados con una bomba mecánica forzada de gran capacidad, operacional con la rotación del equipo. La relación de engranajes es de 1: 72.4 y la potencia mecánica está establecida en 2,675 Kw. Un radiador controlado con un termostato provee enfriamiento de lubricación con provisión opcional para los calentadores, para permitir su operación en temperaturas bajas.

Sistema de deslizamiento

Con el objeto de que el aerogenerador responda a las diferentes direcciones del viento se provee de un sistema de deslizamiento que permite captar al máximo la potencia del viento. El sistema es operado eléctricamente y es dirigido por el sistema de control de la turbina, dándole al aerogenerador la dirección adecuada de acuerdo con la dirección del viento. Esta información es recibida de la veleta de viento (sensores de condiciones meteorológicas) que va montada sobre la cúspide de la estructura.

Torre

La torre del aerogenerador está diseñada para soportar las cargas que le transmiten el propio aerogenerador, el viento y los sismos, proporcionando un apoyo confiable y seguro para su vida útil.

La torre es tubular de forma cónica de 95 m de altura. El acceso al interior de la torre es por medio de una puerta de acero al pie de la misma y en el interior se cuenta con una escalera que permite el acceso hasta el aerogenerador y cuenta con dispositivos de seguridad para el ascenso. La torre y sus secciones, albergan equipo, cableado, plataformas, controladores y equipo de atención a emergencias.

Generador

La turbina eólica Vesta V-100 está equipada con generadores síncronos, de diseño propio de Vestas; los cuales están totalmente recubiertos y enfriados por sistema de radiador externo (en porción superior de góndola). Los rectificadores están contenidos en la caja de conexión montada en los generadores para la conversión de la energía de salida a voltaje CD. La sustitución de un generador se obtiene mediante la grúa a bordo de 2 toneladas de capacidad.

Red de tierras

La red de tierras protege al personal y al equipo de sobretensiones ocasionadas por una descarga eléctrica o por una falla en los circuitos de potencia. Esta irá embebida en la cimentación de cada torre conforme a los criterios de ingeniería.

Características de la red eléctrica interna

La red eléctrica de la central, comprende los transformadores elevadores tipo pedestal, que se localizarán en el interior de las torres de los aerogeneradores y la red subterránea que interconecta a todos los transformadores elevadores de cada uno de los grupos de aerogeneradores, para conducir la energía hasta la subestación elevadora.

Transformadores tipo pedestal

Los transformadores elevadores tipo pedestal a instalarse en cada unidad serán de 700 KV de capacidad. Para conducir la electricidad de cada aerogenerador a los transformadores elevadores se empleará cable de las características adecuadas, llevándolos por trincheras.

Red subterránea

La red subterránea estará constituida por el cable de energía con las características adecuadas, la que permitirá la conexión eléctrica entre los transformadores elevadores de cada uno de los aerogeneradores con la subestación eléctrica elevadora de potencia. Este cable se denominará bus colector. La conexión entre el cable de energía de la red subterránea y las boquillas de media tensión de los transformadores elevadores, será a través de terminales termo moldeadas para uso interior.

Los generadores se conectan por canaleta subterránea mediante fibra óptica y cables aislados. El cable de energía será alojado en el subsuelo, en zanjas, que será alojado en una línea paralela a la línea de aerogeneradores al lado de camino interno. Para la identificación de los cables conductores, se les instalará una cinta plástica de diferente color. El relleno de la zanja será con el mismo material de la propia excavación. En cada acometida a los transformadores elevadores se tendrá un registro tipo CFE, conforme a la norma de construcción establecida para este tipo de redes subterráneas.

Características del sistema de control supervisor

Del sistema de medición y control depende la seguridad y la adecuada operación de la Central, su propósito es mantener en operación cada unidad generadora con máxima disponibilidad, dentro de los márgenes de seguridad, confiabilidad y eficiencia, considerando los factores económicos y de seguridad tanto del personal como del equipo. Para lograrlo se requiere integrar todos los componentes para que operen como un solo sistema cumpliendo con lo siguiente:

- Un alto grado de automatización del *Parque Eólico Pinos 30 MW*
- Respuesta automática a las instrucciones del centro de control
- Unidad organizada en grupos de control
- Información para supervisión y control del proceso de generación en el cuarto de control
- Generación e impresión de reportes a nivel operario y oficinas administrativas
- Operación automática, semiautomática y manual

Para lograr lo anterior la central contará con un sistema de control local para cada aerogenerador y un sistema de supervisión y control remoto de cada grupo de aerogeneradores.

Sistema de Control Local

El sistema de control local de cada aerogenerador, se localiza en el interior de la torre de cada aerogenerador, es un panel de potencia y control. Está conectado a la turbina, al sistema de medición meteorológico así como a la red eléctrica subterránea y al dispositivo de protección para la conexión y desconexión del aerogenerador del Sistema Eléctrico. Los principales parámetros que serán supervisados para asegurar el buen funcionamiento de los aerogeneradores son:

Eléctricos:

- Tensión entre fases
- Corriente entre fases
- Frecuencia
- Potencia activa trifásica
- Potencia reactiva trifásica
- Factor de potencia
- Energía activa producida
- Energía reactiva producida y de servicios propios

Mecánicos:

- Paso de las aspas
- Velocidad del rotor
- Orientación del aerogenerador
- Vibraciones
- Temperatura del equipo

Meteorológicos:

- Velocidad del viento
- Dirección del viento
- Temperatura ambiente

Esto significa que localmente podrá ser monitoreada y controlada la operación de cada uno de los aerogeneradores instalados, además de esta función, será posible la supervisión y el control remoto de los aerogeneradores desde el cuarto de control.

Sistema de control remoto

El sistema de control remoto, se encargará de la supervisión y control de cada aerogenerador y/o de cada uno de los grupos de aerogeneradores. Para lograr lo anterior se enviará la información sobre las condiciones de operación de las turbinas, condiciones meteorológicas y las condiciones de la red eléctrica al cuarto de control.

Los parámetros que pueden ser enviados al Cuarto de Control Remoto son:

Eléctricos:

- Tensión entre fases
- Corriente entre fases
- Potencia activa trifásica
- Potencia reactiva trifásica
- Factor de potencia
- Frecuencia

Meteorológicos

- Velocidad del viento

- Dirección del viento
- Temperatura ambiente

Mantenimiento

Para el mantenimiento de las máquinas se tienen contempladas las actividades de revisión, inspección y verificación de las funciones de la turbina de viento.

El mantenimiento periódico de las turbinas de viento se realizará como se describe a continuación:

- En el servicio de primera instancia, se realizan actividades entre el primer y tercer mes de operación automática, las cuales incluyen lubricación y filtración del aceite hidráulico, revisión y ajuste de tornillería en general, revisión de la curva de poder y alineación del pistón.
- El servicio semestral recomendado a los seis meses de haber iniciado operaciones es la lubricación de la turbina en general, además de realizarse una verificación de seguridad a todos los sistemas.
- El servicio anual incluye actividades de lubricación de la turbina, ajuste de tornillería en general, alineación del pistón, verificación de seguridad y repintado de toda la estructura.
- El servicio bi-anual, incluye todas las actividades del servicio anual.
- El servicio de 5 años, incluye las actividades del servicio anual, además de engrasado y cambio de aceite hidráulico, inspección de todos los componentes, repintado, alineación del pistón, además de una inspección visual al cuerpo de la torre.

El mantenimiento a los sistemas de cómputo se realizará constantemente, de manera automática, este servicio se puede realizar vía modem desde un cuarto de control, o en el mismo tablero de control ubicado al interior de torre.

La revisión al cuerpo de las aspas, se realizará de manera visual cuando éstas estén sin movimiento, en caso de llegar a detectar una fisura, esta se resanará con plastilina epóxica, para después pulir la superficie evitando con ello vibraciones adicionales, que puedan provocar mal funcionamiento de la misma. La superficie es pintada nuevamente de color estándar y en caso de porción con pintura de seguridad, se reestablece el color de medida preventiva.

II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto

Las obras asociadas al Proyecto, en la etapa de operación, corresponden a:

- Subestación y Línea de Transmisión Eléctrica (LTE) para entrega de energía a CFE en su red regional
- Camino de acceso al parque, con mantenimiento y reparaciones periódicas, especialmente derivadas de daños ocasionados por temporal de lluvias y/o tránsito de parque y/o local

- Actividades de prospección eólica en márgenes de aerogeneradores para evaluar potencial ampliación del parque y capacidad en posibles etapas futuras.

La LTE de 115 Kv, simple circuito. Esta contará con un tramo de 7.2 kilómetros de línea aérea montada en estructuras de soporte y empleando al mismo derecho de vía, como acceso y patrullaje para mantenimiento y reparaciones.

La LTE, cuenta con: estructuras de soporte, cables aéreos, protección de componentes, aislamientos y accesorios de protección para evitar electrocución de aves (perchas a 3 metros por encima de cableado).

II.2.7 Etapa de abandono del sitio

La vida útil de los aerogeneradores está estimada en 25 a 30 años. Sin embargo, su vida real depende tanto de la calidad de la turbina como de las condiciones climáticas locales. Por lo que, al estar cerca el fin de la vida útil de las turbinas o en caso de abandono del proyecto en cualquiera de sus etapas, se deberá determinar si el siguiente uso que tendrá el sitio podrá utilizar la infraestructura existente en ese momento. De tratarse de un uso totalmente distinto o de no más explotación del predio, éste deberá ser liberado de todas sus construcciones y deberá elaborarse un plan de abandono del sitio en conjunto con las autoridades competentes, el cual deberá contemplar el desmantelamiento y desarmado de equipos (aerogeneradores, torres, plataformas, caminos etc.).

Para la subestación eléctrica y cuarto de control de igual forma se procederá a desmontar toda la infraestructura instalada, destinando todos los materiales residuales a rellenos sanitarios a instalaciones adecuadas para su reciclaje. Realizando la limpieza, retiro de todos los materiales y residuos.

De forma ideal, el parque deberá tener un aprovechamiento permanente por medio del reemplazo de partes, componentes y equipos completos a medida que terminen su utilidad y sean reemplazados para continuar con el aprovechamiento de fuerza eólica (recurso inagotable).

II.2.8 Utilización de explosivos

Para el Proyecto no se requerirá el uso de explosivos, y por lo tanto tampoco la existencia de polvorines.

II.2.9 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

Emisiones a la atmósfera

Durante las etapas del proyecto, se generarán emisiones a la atmósfera derivadas principalmente del tránsito vehicular y operación de los equipos en la ejecución de las obras. Estas emisiones corresponderán principalmente a polvos gases derivados de la combustión de la maquinaria (CO_x, NO_x y SO_x). Debido a que son diversos factores los que intervienen en la emisión

y dispersión de los contaminantes atmosféricos, es muy complicado hacer una estimación de la cantidad y concentración de los mismos en cada etapa del Proyecto.

El ruido también es considerado como una emisión atmosférica. La presencia de maquinaria, personas y las actividades en cada etapa del Proyecto por sí mismas, elevarán los niveles de ruido en el área; que de forma natural se desvanecerán conforme mayor sea la distancia con respecto del punto de emisión, debido a barreras/distancia de ruido naturales y artificiales, como lo son las construcciones en áreas urbanas, la cobertura vegetal, lomas y/o desniveles del terreno. En el Capítulo VI se describen las medidas preventivas y de mitigación que se tomarán para reducir las emisiones a la atmósfera.

Descargas de aguas residuales

En la preparación del sitio y construcción de las obras, la empresa contratista estará obligada a contratar el servicio de sanitarios portátiles (uno por cada 10 trabajadores). Asimismo, los prestadores de este servicio deberán hacerse cargo de los residuos sanitarios cada vez que les den servicio de mantenimiento a las letrinas. Por lo tanto, no habrá descargas residuales en esta etapa.

Para la etapa de operación no será necesaria la presencia de sanitarios o letrinas portátiles, ya que el personal podrá hacer uso de baño en ingreso al parque. En caso de requerir mantenimiento, los contratistas deberán asegurar su propio servicio integral de suministro de servicios (portátiles) a contratistas.

Residuos peligrosos y no peligrosos

El desarrollo del Proyecto implica la generación de residuos no peligrosos (residuos de construcción y residuos domésticos) generados en el mantenimiento de la maquinaria y equipos utilizados en la preparación y construcción de las obras.

En la etapa de preparación y construcción, a medida que se van utilizando los materiales de construcción, se generan residuos a ser almacenados de forma temporal y separados para su reciclaje (cartón, metal, plásticos, tarimas). Al inicio de operaciones, el sitio estará desprovisto de residuos sólidos no peligrosos.

La principal fuente de residuos peligrosos, corresponde al mantenimiento preventivo de maquinaria, en forma de aceite gastado, grasas, estopas impregnadas, filtros. El contratista podrá llevar el acopio temporal de materiales peligrosos en contenedores apropiados (200 L, plásticos, etiquetados, cerrados) y que permitan su disposición rápida (por servicio autorizado) evitando acumulación en área de Proyecto.

Durante la operación del *Parque Eólico Pinos 30 MW*, se requiere la utilización de las siguientes sustancias:

- Líquido anticongelante para mantener niveles de sistema de enfriamiento, el cual no genera residuos al reutilizar los contenedores

- Lubricantes para tren motor y equipos, los cuales generan residuos de lubricante y estopas impregnadas que son dispuestas como parte del servicio a ser contratado para mantenimiento de equipo electro-mecánico
- Lubricante de sistema de control de aspas y frenado, los cuales generan residuos de lubricante y estopas impregnadas que son dispuestas como parte del servicio a ser contratado para mantenimiento de equipo electro-mecánico
- Agentes de limpieza para mantenimiento de aerogeneradores, los cuales generan residuos de lubricante y estopas impregnadas que son dispuestas como parte del servicio a ser contratado para mantenimiento de equipo electro-mecánico

Las cantidades estimadas de generación de residuos peligrosos, son:

- 40 barriles de 200 litros para aceites gastados
- 10 barriles de 200 litros para materiales impregnados con hidrocarburos
- 2 barriles de 200 litros para escorias de soldadura
- 2 barriles de 200 litros de residuos de pintura
- 2.5 barriles de 200 litros de tierra contaminada

II.2.10 Infraestructura adecuada para el manejo y disposición adecuada de los residuos

La infraestructura que se manejará dentro de las instalaciones para el control de los residuos sólidos municipales y peligrosos es la siguiente:

Se contará con un almacén de residuos peligrosos dentro del terreno (temporal), y una vez que entre en operación el Proyecto, se contarán con los servicios de una empresa que cuente con permisos federales para el manejo, almacenamiento, disposición final de residuos peligrosos, tanto de la SEMARNAT y de la SCT.

Se debe contar con botes tapados y rotulados para el almacenaje de los distintos tipos de residuos que se generen durante las obras.

Para el control de los residuos sólidos municipales, de igual manera se contará con otra área para su almacenamiento temporal. Además, se buscará el apoyo del municipio de Pinos para poder destinarlos en sitios autorizados.

Para el control de los residuos líquidos sanitarios, se tendrá una fosa séptica en la entrada al parque.

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO

III.1 Introducción a la vinculación

En el presente Capítulo se presenta un análisis de los diferentes ordenamientos jurídicos en materia ambiental que se vinculan al desarrollo del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30MW*. Para la elaboración del presente capítulo se han revisado los documentos relativos a las Leyes y Reglamentos Federales y Estatales, en materia de regulación de equilibrio ecológico y protección al ambiente, así como los planes federales, estatales y municipales de desarrollo urbano, ordenamiento ecológico territorial y demás instrumentos de política ambiental aplicables o de interés para la región de estudio.

III.2 Vinculación con tratados y convenios internacionales

III.2.1 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)

El objetivo de la CMNUCC celebrado en 1992 en Río de Janeiro, es lograr el equilibrio de las concentraciones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en un plazo que permita la adaptación de los ecosistemas al cambio climático.

Se prevé que este objetivo sea alcanzado por medio de la implementación de medidas de respuesta acordadas por las partes comprometidas y con la capacidad e iniciativa de adoptar medidas para prever, prevenir o reducir estos GEI. Las partes tienen la responsabilidad y compromiso de tomar medidas, promover, facilitar y financiar a las partes más vulnerables al cambio climático sin impedir el desarrollo, y cerciorándose que la producción de alimentos no se vea afectada.

Uno de los compromisos de las partes, comprendido en el Artículo 4 correspondiente a las responsabilidades de acuerdo con sus prioridades y objetivos, establece que se deberá:

“c) Promover y apoyar con su cooperación el desarrollo, la aplicación y la difusión, incluida la transferencia, de tecnologías, prácticas y procesos que controlen, reduzcan o prevengan las emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal en todos los sectores pertinentes, entre ellos la energía, el transporte, la industria, la agricultura, la silvicultura y la gestión de desechos.”

México firmó dicha Convención el 13 de junio de 1992 y la ratificó ante la Organización de las Naciones Unidas el 11 de marzo de 1993, y forma parte de los países en desarrollo de acuerdo con el Anexo 1 de la CMNUCC, cuyas responsabilidades son únicamente el desarrollo de inventarios actualizados de emisión de GEI y la publicación de comunicaciones nacionales con información para el diseño de las políticas climáticas nacionales.

No obstante, México se ha comprometido de manera voluntaria a contribuir con la mitigación del cambio climático, puesto que México contribuye con el 1.6% de la generación mundial de emisiones.

En cumplimiento con este articulado, al objetivo de la CMNUCC y en apoyo al compromiso de México para reducir el cambio climático, el presente Proyecto participará con la utilización de tecnologías que contribuyan con la reducción de las emisiones de GEI del sector energético.

III.2.2 Protocolo de Kioto de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

A partir de la Cumbre de Río surgieron reuniones con el fin de adoptar compromisos más detallados y objetivos cuantitativos de reducción y limitación de las emisiones de GEI. En 1997, en la ciudad de Kioto, Japón, se constituyó el Protocolo de Kioto, el cual entró en vigor en el 2005 una vez que fueron detallados los pendientes de las normas para el cumplimiento y fue ratificada con la firma de 141 países². Este Protocolo fue creado con el objetivo de reducir un 5% las emisiones de GEI con respecto a sus emisiones de 1990, durante el periodo del 2008-2012.

El Artículo 2 párrafo 1 del Protocolo de Kioto establece que cada uno de los países incluidos en su Anexo III-1 cumplirá con la reducción de emisiones de GEI, promoverá el desarrollo sostenible y:

“a) Aplicará y/o seguirá elaborando políticas y medidas de conformidad con sus circunstancias nacionales, por ejemplo las siguientes:

- i) Fomento de la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional;...
- iv) Investigación, promoción, desarrollo y aumento del uso de formas nuevas y renovables de energía, de tecnologías de secuestro de dióxido de carbono y de tecnologías avanzadas y novedosas que sean ecológicamente racionales.”

Además, en el párrafo 3 del mismo Artículo 2, considera que los países involucrados se empeñarán en aplicar las políticas y medidas a las que se refiere el presente Artículo de tal manera que se reduzcan al mínimo los efectos adversos, tales como los causados por el cambio climático, los del comercio internacional, así como las repercusiones sociales, ambientales y económicas.

El Artículo 3 párrafo primero señala que: “los países se asegurarán, individual y conjuntamente, de reducir el total de sus emisiones de los GEI a un nivel inferior en no menos de 5% al de 1990 en el periodo de compromiso comprendido entre el año 2008 y el 2012.”

En particular el Artículo 4 (párrafos 1, 3, 5, 7, 8) estipulan que las responsabilidades de los países desarrollados será el proporcionar recursos financieros nuevos y adicionales para cubrir la totalidad de los gastos convenidos que efectúen los países en desarrollo para cumplir sus obligaciones

² México firmó el Protocolo de Kioto el 11 de diciembre de 1997 y lo ratificó ante la Organización de Naciones Unidas el 7 de septiembre de 2000.

y la transferencia de tecnología. Además, se considera que el desarrollo económico-social y la erradicación de la pobreza son las prioridades de las partes que son países en desarrollo.

De estos Artículos aplicables a los países en vías de desarrollo como es México, el Proyecto *Parque Eólico Pinos 30MW* contribuirá al logro de los objetivos del Protocolo de Kioto por proponer la generación de energía eléctrica a través de fuentes renovables para su generación.

III.2.3 Convención relativa a los humedales de importancia internacional (RAMSAR)

La Convención RAMSAR es un tratado intergubernamental de cooperación internacional, a favor de la conservación y uso racional de los humedales mediante el desarrollo sostenible. Fue firmado en Irán el 2 de febrero de 1971 y entró en vigor a partir de 1975. Cuya mayor preocupación es la pérdida y degradación de los hábitats de humedales de las aves acuáticas migratorias que atraviesan fronteras internacionales.

El Artículo 1.1 de la Convención entiende por humedales: "las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros."

En observancia a esta definición, la Convención concreta un sistema de clasificación e identificaciones de humedales, que por su importancia ecológica, botánica, zoológica, limnológica e hidrológica, se les considere un sitio RAMSAR.

De estos sitios RAMSAR surgieron listados de humedales de importancia internacional, a los cuales México se adhiere en 1986. Hoy en día México cuenta con 142 sitios RAMSAR distribuidos por todo el país.

Se realizó una revisión de las listas de los sitios RAMSAR en el país y se determinó que el Proyecto *Parque Eólico Pinos 30MW* no se localiza dentro de ninguno de estos, por tanto, el desarrollo del Proyecto no pondrá en riesgo ningún instrumento de conservación de este tratado.

III.3 Vinculación con los programas y planes de desarrollo

III.3.1 Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018

El decreto por el cual se aprobó el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND) se publicó el 20 de mayo de 2013 en el Diario Oficial de la Federación (DOF) cuyo principal objetivo es que México alcance su máximo potencial a través de cinco Metas y tres Estrategias Transversales:

Metas

- México en paz;
- México incluyente;
- México con educación de calidad;
- México próspero; y
- México con responsabilidad global.

Estrategias transversales

- Democratizar la Productividad,
- Gobierno Cercano y Moderno, y
- Perspectiva de Género.

Dentro de las Metas mencionadas, la de México Próspero se enfoca a generar un crecimiento económico sostenible e incluyente mediante el incremento del potencial de la economía de producir o generar bienes y servicios. De esta manera se elevará la productividad del país y por tanto, el bienestar de las familias. Por ello es necesario que se promueva el uso eficiente de los recursos productivos, fortalecer el ambiente de negocios, así como establecer políticas sectoriales y regionales para impulsar el desarrollo.

Es por ello que el PND plantea abastecer energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva, lo que implica aumentar la capacidad del Estado para promover entre otras cosas el uso eficiente de energía, así como el aprovechamiento de fuentes renovables. Lo anterior será posible mediante la adopción de nuevas tecnologías e implementación de mejores prácticas, además de fortalecer el desarrollo de la ciencia y la tecnología en temas prioritarios para el sector energético.

Los siguientes objetivos dentro de la meta “México Próspero” se relacionan con el desarrollo del Proyecto.

Objetivo 4.4

Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genera riqueza, competitividad y empleo.

Estrategia 4.4.1.

Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad.

Líneas de Acción

- Promover el uso y consumo de productos amigables con el medio ambiente y de tecnologías limpias, eficientes y de bajo carbono.

Estrategia 4.4.3.

Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono.

Líneas de acción

- Acelerar el tránsito hacia un desarrollo bajo en carbono en los sectores productivos primarios, industriales y de la construcción, así como en los servicios urbanos, turísticos y de transporte.
- Promover el uso de sistemas y tecnologías avanzados, de alta eficiencia energética y de baja o nula generación de contaminantes o compuestos de efecto invernadero.

Objetivo 4.6

Abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva.

Estrategia 4.6.2.

Asegurar el abastecimiento racional de energía eléctrica a lo largo del país.

Línea de acción

- Promover el uso eficiente de la energía, así como el aprovechamiento de fuentes renovables, mediante la adopción de nuevas tecnologías y la implementación de mejores prácticas.

III.3.2 Estrategia Nacional de Energía 2013-2027

El 21 de mayo de 2013 se publicó en el DOF la ratificación de la Estrategia Nacional de Energía 2013-2027 (ENE) para que México pueda alcanzar altos niveles de crecimiento económico, bienestar y competitividad al establecer medidas para acelerar la transición energética hacia fuentes renovables. De esta manera la ENE establece dos objetivos estratégicos:

- Encauzar las fuerzas de la oferta y demanda de energía para brindar viabilidad al crecimiento económico de México, y
- Extender el acceso a servicios energéticos de calidad a toda la población para que reciban los beneficios que deriven del consumo eficiente y responsable de la energía.

La ENE incluye cuatro Medidas de Política que corresponden a las grandes tareas que deberán realizarse para alcanzar estos objetivos estratégicos. De manera particular el Proyecto *Parque Eólico Pinos 30MW* se vincula con la cuarta medida referente a la transición energética, ya que es necesario reducir la dependencia de los hidrocarburos como fuente primaria de energía, y promover la eficiencia y sustentabilidad energética.

De acuerdo con la ENE, es posible plantear la meta de instalar 18,000 MW provenientes de fuentes renovables para el 2018, lo que sería equivalente a una participación de energías limpias en un 28% y mitigaría la emisión de 17 millones de toneladas de CO₂. De esta manera el desarrollo de este Proyecto podrá contribuir a alcanzar esta meta.

III.3.3 Programa Sectorial de Energía 2013-2018

El PND constituye el marco para definir el Programa Sectorial de Energía 2013-2018 (PSE), el cual se publicó en el DOF el 13 de diciembre de 2013 cuyo objeto es orientar acciones a la solución de 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.

De manera particular los objetivos del PSE se alinearán con objetivo 4.6 estrategia 4.6.2 de la meta nacional “México Próspero” del PND. En la Tabla 3.1 se muestran los objetivos del PSE que se relacionan con dicha estrategia.

Tabla 3.1. Alineación del PSE con el PND

Objetivo del PND	Estrategia del Objetivo de la meta Nacional	Objetivo del Programa
4.6 Abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva.	4.6.2 Asegurar el abastecimiento racional de energía eléctrica a lo largo del país.	<p>Objetivo 2: Optimizar la operación y expansión de infraestructura eléctrica nacional.</p> <p>Objetivo 3: Desarrollar la infraestructura de transporte que permita fortalecer la seguridad de provisión de energéticos, contribuyendo al crecimiento económico.</p> <p>Objetivo 4: Incrementar la cobertura de usuarios de combustibles y electricidad en las distintas zonas del país.</p> <p>Objetivo 5: Ampliar la utilización de fuentes de energía limpias y renovables, promoviendo la eficiencia energética y la responsabilidad social ambiental.</p> <p>Objetivo 6: Fortalecer la seguridad operativa, actividades de apoyo, conocimiento, capacitación, financiamiento y proveeduría en las distintas industrias energéticas nacionales.</p>

De acuerdo con la naturaleza del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30MW*, su desarrollo se vincula con el objetivo 2 y 5 del PSE, así como con las estrategias y líneas de acción descritas en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2. Estrategia y líneas de acción vinculantes con el Proyecto

Objetivo 2	Optimizar la operación y expansión de infraestructura eléctrica nacional
Beneficios	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de costos • Confiabilidad del suministro • Diversificación de la matriz energética
Estrategia 2.1	Desarrollar la infraestructura eléctrica nacional, con criterios de economía, seguridad, sustentabilidad y viabilidad económica.

Líneas 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. 2.1.2 Expandir infraestructura, cumpliendo con las metas de energía limpia del Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables.
Estrategia 2.2	Disponer de infraestructura eléctrica en las mejores condiciones para proveer el servicio con estándares de seguridad, calidad y eficiencia.
Líneas de acción	2.2.1 Mantener, modernizar y rehabilitar la infraestructura eléctrica para optimizar la operación del sistema.
Objetivo 5	Ampliar la utilización de fuentes de energía limpias y renovables, promoviendo la eficiencia energética y responsabilidad social ambiental
Beneficios	<ul style="list-style-type: none"> • Compromiso con el medio ambiente • Economía baja en carbono • Reducción de la intensidad energética de la economía
Estrategia 5.1	Incrementar la participación de energías limpias y renovables en la generación de electricidad.
Líneas de acción	5.1.4 Instrumentar mecanismos de mercado y regulaciones que aceleren la incorporación de energías limpias y renovables apoyados en inversiones públicas y privadas. 5.1.7 Promover la participación y coordinación entre actores interesados para favorecer el desarrollo de energías limpias y renovables.
Estrategias 5.2	Promover el aprovechamiento sustentable de la energía en todos sus procesos y actividades desde la exploración hasta el consumo.
Líneas de acción	5.2.2 Desarrollar y establecer programas, proyectos y actividades de transición y eficiencia energética, para ahorrar energía y reducir emisiones. 5.2.6 Promover la responsabilidad de los proyectos energéticos en el marco de la sustentabilidad respecto a la posible afectación de los ecosistemas.

Como ya se mencionó dentro del análisis del PND, es necesario que se defina el marco regulatorio sobre energías renovables dentro de la Reforma Energética para que se puedan alcanzar las metas sobre la disminución de gases de efecto invernadero (GEI) propuestas en el PND. No obstante, el desarrollo del Proyecto contribuirá con la expansión de la infraestructura eléctrica nacional y con ampliar la utilización de fuentes renovables para generar energía eléctrica.

III.3.4 Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018

3. Sector Energía

La principal tarea del sector energético es el abasto suficiente y oportuno de energéticos de calidad a precios competitivos para toda la población, en apoyo a la actividad social y económica del país. Si bien se producen más energéticos que los que se consumen, ese superávit viene en descenso por la declinación de la producción de petróleo y gas natural, en tanto que el consumo nacional de energéticos ha crecido a un ritmo anual de 2.7% durante la última década. Adicionalmente, se han acentuado los rezagos en capacidad de refinación y petroquímica, con lo que se ha acrecentado la importación de estos productos, en tanto que el transporte, almacenamiento y distribución de

combustibles líquidos y gaseosos muestra insuficiencias y obsolescencia en algunos tramos y regiones.

En el sector eléctrico las principales dificultades son: la saturación de líneas de transmisión, la necesidad de interconectar zonas en donde se genera electricidad a partir de energías renovables, acelerar el abasto de gas natural y reducir las pérdidas de energía en los sistemas de transmisión y distribución.

El programa dimensiona las necesidades de inversión e identifica proyectos específicos para fortalecer la infraestructura del sector energético durante la actual Administración; de igual forma, considera el escenario de desarrollo nacional que es posible alcanzar derivado de las modificaciones a los artículos 25, 27 y 28 de la CPEUM.

Los efectos de esta Reforma trascienden el sector energético, beneficiando a otros ámbitos de la vida nacional como el industrial, educativo, social y de desarrollo tecnológico. Además, en conjunto con las otras Reformas Estructurales, se posibilita un crecimiento económico más dinámico, mismo que traerá consigo una mayor demanda de energía que deberá ser atendida.

Energía sustentable

En 2012, la generación bruta de energía eléctrica por fuentes renovables (hidráulica, geotérmica, eólica y solar) alcanzó 38,879.5 GWh en el servicio público, lo que representó 14.9% del total generado a nivel nacional. Dicha generación está asociada a una capacidad efectiva instalada de 12,908 MW.

Si bien la generación bruta proveniente de energías renovables ha aumentado respecto a 2008, su participación en el total del servicio público prácticamente se ha mantenido estable. En el caso de la capacidad efectiva del servicio público, la participación de las energías renovables en el total fue de 24.2% en 2008 y 24.6% en 2012. En los últimos años destaca cierta declinación de la capacidad de generación por energía geotérmica; así como el aumento de la capacidad por energía eólica (511 MW más) y la inauguración de la central hidroeléctrica La Yesca, ambos casos en 2012.

Objetivo del sector Energía:

Asegurar el desarrollo óptimo de la infraestructura para contar con energía suficiente, con calidad y a precios competitivos.

Estrategia 2.5

Desarrollar infraestructura de generación eléctrica para el aprovechamiento de combustibles eficientes, de menor costo y con bajo impacto ambiental.

Líneas de acción

- Convertir las centrales térmicas a base de combustóleo para usar gas natural.
- Construir nuevas centrales de ciclo combinado y de Nueva Generación Limpia.

- Desarrollar proyectos de generación que permitan el aprovechamiento de recursos renovables hídricos, eólicos y solares.
- Desarrollar proyectos de mantenimiento para las centrales generadoras existentes.

Estrategia 2.6

Desarrollar la transmisión de electricidad que permita el máximo aprovechamiento de los recursos de generación y la atención de la demanda.

Líneas de acción

- Establecer condiciones de interconexión para el aprovechamiento de las energías renovables.
- Desarrollar proyectos de interconexión para incentivar el aprovechamiento de los recursos de las distintas áreas eléctricas.
- Desarrollar las redes y los refuerzos necesarios para la atención de la demanda nacional.

Atendiendo lo anterior, y conforme lo señalado en el Programa Nacional de Infraestructura, para la actual Administración es prioritario el empleo y desarrollo de infraestructura de generación eléctrica para el aprovechamiento de combustibles eficientes, de menor costo y con bajo impacto ambiental, que permita satisfacer la demanda del sector energético, y para lo cual se permita el desarrollo de proyectos de generación que alienten el aprovechamiento de recursos renovables hídricos, eólicos y solares; motivo precisamente del Proyecto en evaluación. Por tanto, el desarrollo del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30MW*, es totalmente congruente con las acciones de promoción de infraestructura sustentables que pretende el gobierno de la república en el Programa de infraestructura vigente.

III.4 Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo del estado y del municipio

III.4.1 Plan Estatal de Desarrollo de Zacatecas (PEDZ) 2010-2016

El Plan Estatal es un documento rector donde se manifiesta de forma general y coordinada, lineamientos, prioridades, objetivos, estrategias de acción y financiamiento que deberá seguir el estado. El Plan Estatal de Desarrollo (PEDZ) 2011-2016 se basa en cinco temas fundamentales para el desarrollo del estado, los cuales son: Zacatecas Seguro, Zacatecas Unido, Zacatecas Productivo, Zacatecas Moderno y Zacatecas Justo, el cumplimiento de estos temas tiene como objetivo final el desarrollo humano sustentable.

Enseguida se presentan los objetivos, estrategias y líneas de acción del Plan Estatal de Desarrollo de Zacatecas 2010-2016 que se verán coadyuvados con el desarrollo del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30MW*.

Líneas estratégicas

Infraestructura para la competitividad.

Fundamentación:

En materia de infraestructura, Zacatecas sigue presentando insuficiencias importantes que lo mantienen a la zaga en competitividad económica con respecto al promedio nacional, así como en comparación a la mayoría de las entidades federativas de la Región Centro Occidente a la que Zacatecas pertenece. Lo anterior, ha derivado entre otras cosas en la menor productividad de sus actividades económicas, así como en la poca capacidad para la atracción de inversiones.

Objetivo

Ampliar y modernizar la infraestructura económica básica, acercando al estado a los niveles promedio del país, en cuanto a su disponibilidad y calidad.

Estrategia 3.7.1 del PEDZ

Impulsar la expansión de la infraestructura industrial y el equipamiento integral de servicios necesarios para consolidación de las actividades económicas actuales y nuevos proyectos de inversión.

Líneas de Acción

- Equipamiento y modernización de nuestros parques y zonas industriales, regulando su situación operativa.
- Colaboración con CFE para el fortalecimiento de la infraestructura eléctrica en los municipios de vocación industrial.
- Coordinación entre gobierno del estado y cámaras empresariales en la integración de un plan de desarrollo en infraestructura industrial.
- Conformación de una alianza con municipios y empresarios para la inversión en naves industriales impulsoras de empleo.

Integración regional y global para el desarrollo

Fundamentación:

El estado accederá a mejores estadios de desarrollo económico en la medida en que logre insertarse eficazmente en los flujos de comercio e inversión globales. Sin embargo, para lograr lo anterior es necesario que consolide sus ventajas competitivas a través de una sólida integración económica regional, aprovechando sinergias que permitan elevar la productividad, inversión y empleo.

Objetivo

Fortalecer la inserción de Zacatecas en los flujos globales de comercio, inversión y conocimiento.

Estrategia 3.8.2 del PEDZ

Posicionar a Zacatecas en los flujos mundiales de inversión y conocimiento.

Líneas de Acción

- Promoción de la inversión nacional e internacional en el estado, especialmente aquella dirigida a las ramas productivas de mayor dinamismo.

Objetivo

Consolidar la integración del estado con las entidades federativas vecinas, conformando una auténtica región económica.

Estrategia 3.8.3 del PEDZ

Impulsar el incremento de los intercambios económicos entre Zacatecas y los estados vecinos.

Líneas de Acción

- Desarrollar en Zacatecas infraestructura necesaria para su consolidación como centro logístico regional.

Energías alternativas para el desarrollo

Fundamentación:

Las energías se han convertido en un elemento indispensable para que las sociedades persigan por distintos medios el desarrollo, estas se encuentran presentes en la producción, la impartición de educación, el hogar, el desplazamiento de seres humanos y prácticamente en todas las actividades en las que hombres y mujeres participan a diario.

Sin embargo, en materia de energéticos, el uso indiscriminado de los denominados combustibles no renovables, cuya existencia es finita, ha coadyuvado a provocar daños sustanciales a la naturaleza como el cambio climático.

Mientras en otros países y continentes se reconocen las problemáticas provocadas por el uso excesivo e irresponsable de ciertos energéticos, llegando incluso a manejar otros renovables que no impactan sobre el medio ambiente, en el país y en Zacatecas se ha comenzado a apreciar la importancia de estas acciones.

Zacatecas se caracteriza por tener una posición adecuada o privilegiada por la naturaleza, es un estado con alta exposición solar, es decir las horas en que se refleja el cuerpo celeste son muy

importantes, con lo que el aprovechamiento de esta energía es una de varias alternativas para producir la necesaria para hogares, espacios públicos y la propia industria; situación similar se vive con la producción de biodiesel y biogás o el aprovechamiento del viento conocida como eólica.

Objetivo

Incrementar la producción y uso de las energías alternativas limpias en las actividades productivas y los hogares.

Estrategia 4.6.1 del PDEZ

Fomentar la producción de energías alternativas en el estado.

Líneas de Acción

Incentivo a la participación en la generación de energías alternas de empresas privadas y públicas.

III.4.2 Plan Municipal de Desarrollo de Pinos, Zacatecas 2013-2016

El Plan Municipal de Desarrollo de Pinos, Zacatecas, al igual que otros, está orientado a la competitividad, desarrollo social y desarrollo sostenible, e identifica los problemas estratégicos por sector, así como el objetivo estratégico, estrategias y líneas de acción para solucionarlos.

Enseguida se presentan los temas del Plan Municipal de Desarrollo de Pinos, Zacatecas se verán coadyuvados con el desarrollo del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30MW*.

Calidad de vida

Si bien el Proyecto *Parque Eólico Pinos 30MW* no atiende de manera específica ninguna de las directrices del Plan Municipal de Desarrollo de Pinos, Zacatecas, ello por ser de observancia para el gobierno municipal y no para la iniciativa privada, el desarrollo del Proyecto coadyuvará a alcanzar mejoras en la Calidad de Vida, la cual es uno de los temas a ser considerados por el municipio, pues el desarrollo de los servicios básicos y en específico la electrificación es un tema de interés gubernamental.

El desarrollo del Proyecto permitirá la generación de energía eléctrica a partir de la energía cinética del viento, con ello se abre la puerta al desarrollo de más parques eólicos en la región que puedan eventualmente proveer de la energía que se requiere en el municipio y en el estado.

Programa de empleo temporal

El Proyecto generará empleos temporales para habitantes del municipio cooperando de esta forma al programa municipal denominado Programa de Empleo Temporal el cual surge por la baja oferta laboral que existe en el municipio.

El Programa de Empleo Temporal (PET) atiende a las personas afectadas por la baja oferta laboral o por fenómenos naturales, con apoyos económicos temporales por su participación en proyectos de beneficio familiar o comunitario.

III.4.3 Programa de Ordenamiento Ecológico

En el Estado de Zacatecas no se cuenta con un programa de ordenamiento ecológico decretado y reconocido por la SEMARNAT; así tampoco en el municipio de Pinos, donde se pretende desarrollar el proyecto, existe ordenamiento ecológico alguno. Es así que se toma de referencia el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), aun cuando por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales.

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), cuyo acuerdo fue publicado el viernes 7 de septiembre de 2012 en el Diario Oficial. El POEGT es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y vincula las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática.

La planeación ambiental en México tiene sustento en la LGEEPA y su Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico (ROE), que establece que el objeto del POEGT es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF), etc. No obstante, por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este Programa y sin menoscabar el cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales y regionales vigentes.

El Proyecto se localiza en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) número 43, denominada Llanuras de Ojuelos-Aguascalientes (Figura 3. 1); en la Región Ecológica con clave 18.5, que indica que tiene por política ambiental es la restauración y el aprovechamiento sustentable y que el sector rector del desarrollo es la agricultura y ganadería. La información de la UAB se presenta en la Tabla 3.3.

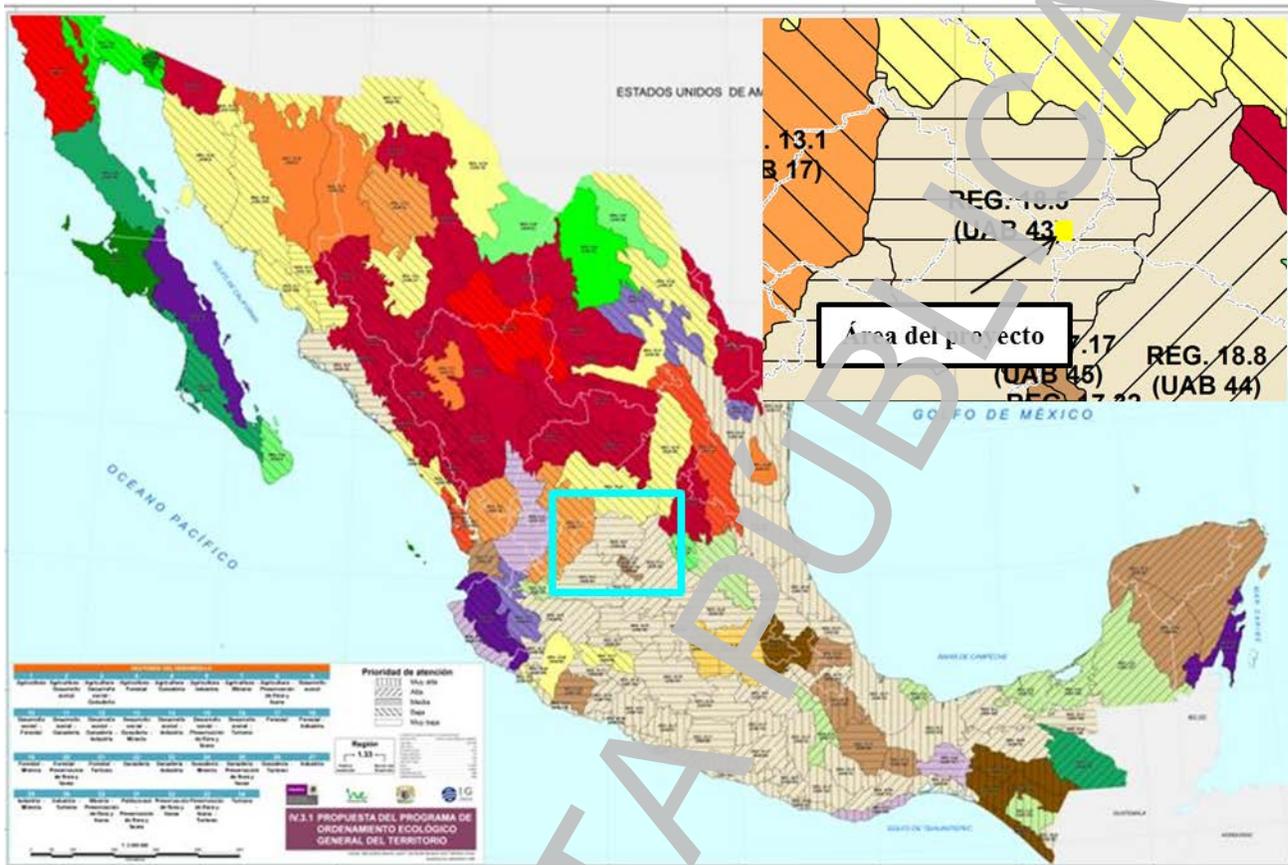


Figura 3. 1. Proyecto Parque Eólico Pinos 30 MW dentro del Modelo de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (MOEGT)

Tabla 3.3. Criterios de la Unidad Ambiental Biofísica 43. Llanuras de Ojuelos - Aguascalientes

Unidad Ambiental Biofísica	43. Llanuras de Ojuelos-Aguascalientes
Política Ambiental	Restauración y Aprovechamiento Sustentable
Estado del Medio Ambiente (2008)	Inestable. Conflicto Sectorial Bajo. No presenta superficie de ANP's. Alta degradación de los suelos. Alta degradación de la Vegetación. Muy alta degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es de media a baja. Longitud de Carretera (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km ²): Media. El uso de suelo es Agrícola y Otro tipo de vegetación. Con disponibilidad de agua superficial. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 78.7. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Medio indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola con fines comerciales. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.
Escenario al 2033	Inestable a crítico
Prioridad de atención	Media
Rectores de desarrollo	Agricultura Ganadería
Coadyuvante de desarrollo	Industria - Preservación de Flora y Fauna
Asociados del desarrollo	Agricultura – Industria
Otros sectores de interés	PEMEX

Estrategias	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
C) Agua y Saneamiento	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional
E) Desarrollo Social	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza 39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. 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.

Como se indicó anteriormente, el POEGT no es un instrumento para autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales; sin embargo, el Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW* no se contraponen a la política ambiental decretada para el sitio; por el contrario, es una actividad propia de uno de los sectores coadyuvantes del desarrollo en la Unidad Ambiental Biofísica en el que se encuentra inmerso, que pretende un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.

III.5 Vinculación con otros instrumentos

Esta sección se enfoca en aquellos referentes a instrumentos de consulta e inventario para la conservación de la biodiversidad.

III.5.1 Áreas de protección y conservación de recursos

Áreas Naturales Protegidas

El Artículo 45 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, señala que el establecimiento de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) tiene por objeto preservar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas, y de los ecosistemas más frágiles, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos ecológicos.

Se realizó una consulta del listado del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas para confirmar que la zona donde se asentará el Proyecto no se encuentra dentro de alguna ANP de carácter federal, estatal o municipal. La más cercana del ámbito federal, es el Parque Nacional Gogorrón, localizada a aproximadamente a 38 km en línea recta en dirección Este del Sistema Ambiental, de igual manera en dirección Noreste del Sistema Ambiental, a una distancia aproximada de 83 km se localiza el Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Álvarez, tal como se puede apreciar en la siguiente figura.

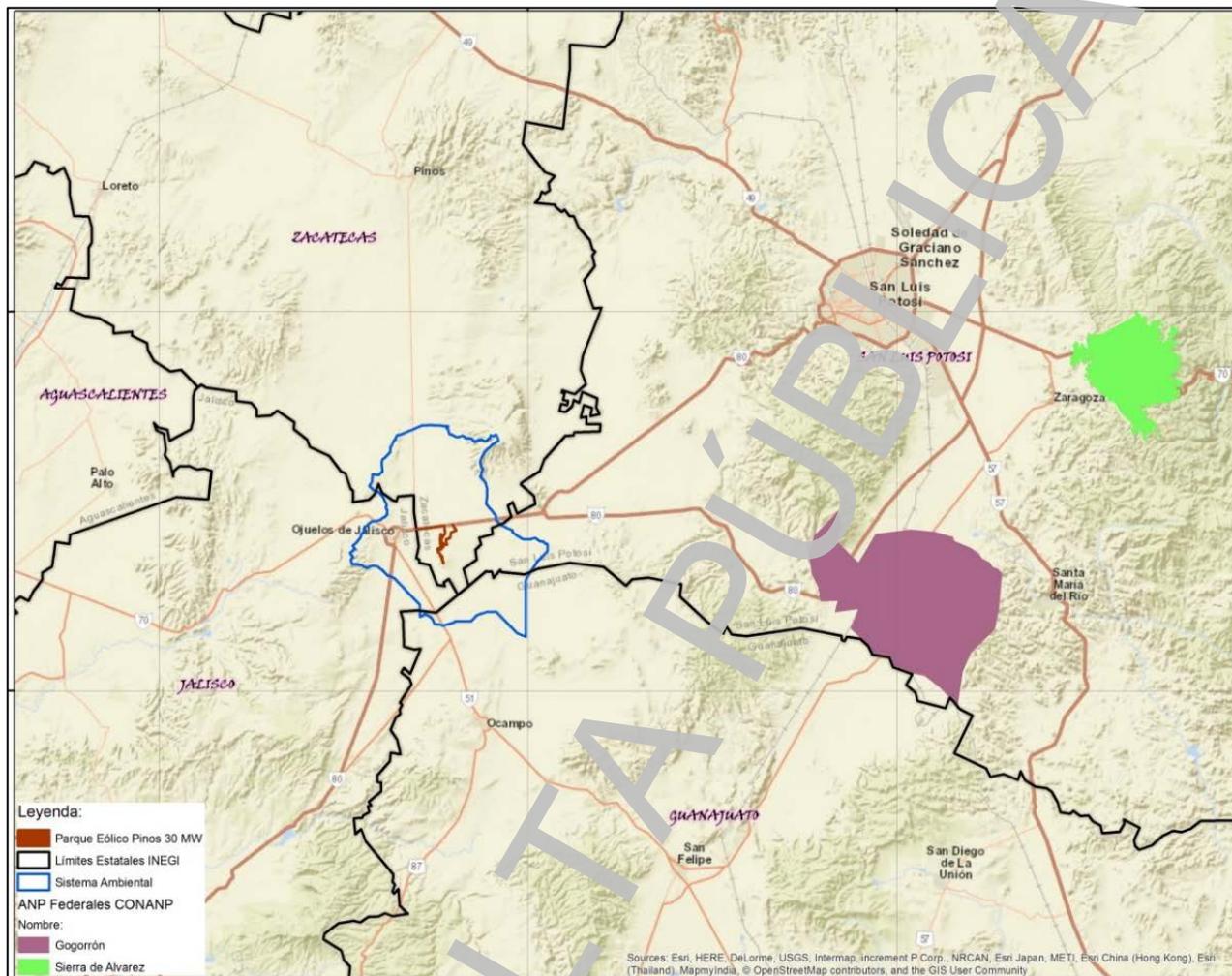


Figura 3. 2. Área Natural Protegida Federal cercana al Proyecto

En lo que respecta a ANP's estatales, la más cercana al Sistema Ambiental se denomina Sierra de Lobos y se ubica al Sur del Sistema Ambiental, hacia el Sureste del Sistema Ambiental se encuentra el ANP estatal Peña Alta, mientras que en dirección Noreste se localizan las ANP's estatales Ejido San Juan de Guadalupe y Paseo de la Presa.

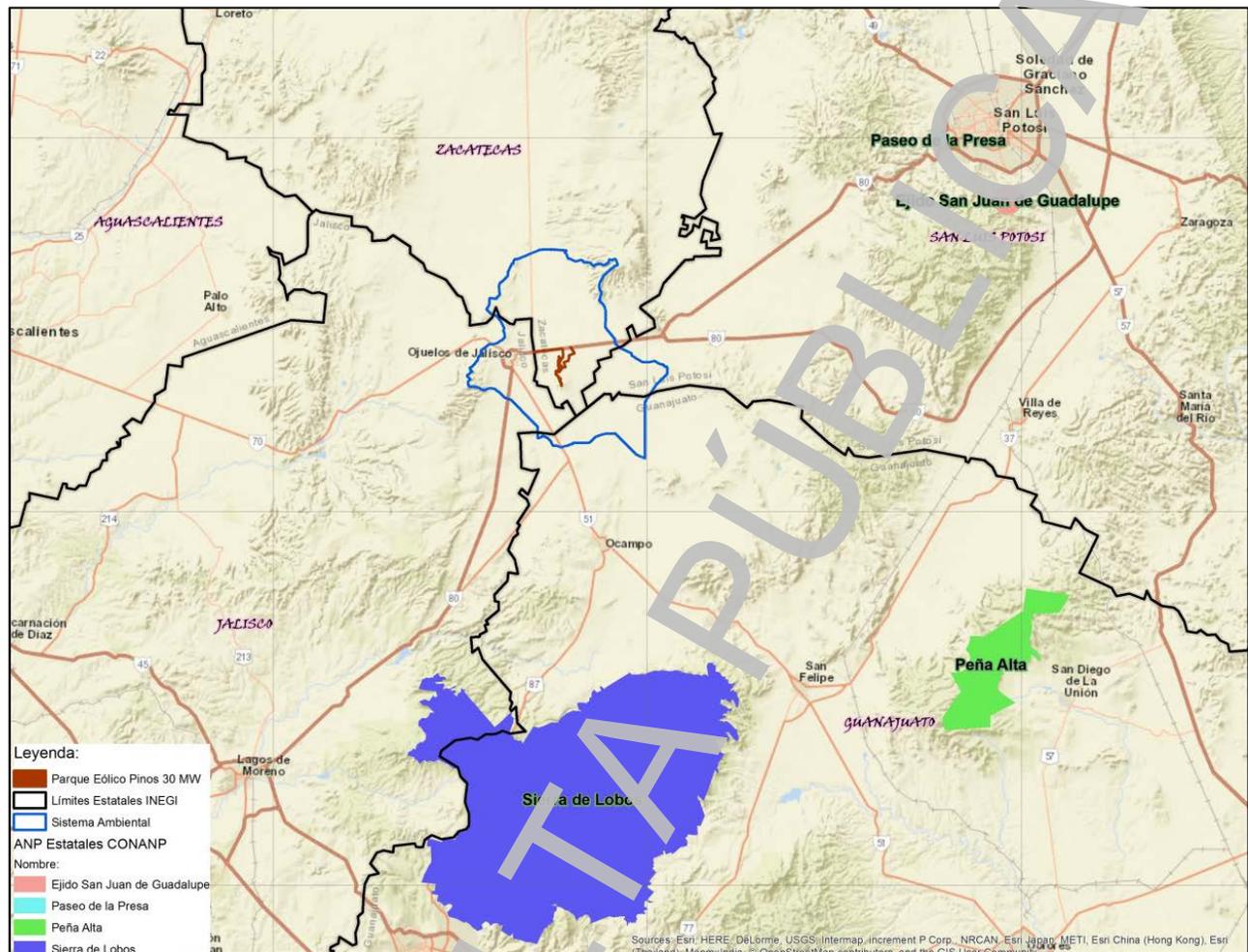


Figura 3. 3. Área Natural Protegida Estatal cercana al Proyecto

En lo que respecta a ANP's municipales, como ya se mencionó anteriormente no existe incidencia dentro o cercana al Sistema Ambiental del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30MW*.

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica, y una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación. Esto último implicó necesariamente considerar las tendencias de apropiación del espacio por parte de las actividades productivas de la sociedad a través del análisis del uso del suelo.

De acuerdo a la CONABIO el área del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30MW* no se encuentra dentro de ninguna Región Terrestre Prioritaria (RTP), en la siguiente figura se muestran las regiones más cercanas, las cuales corresponden a la RTP 66 "Sierra Fría" (78 km hacia el Oeste del Sistema Ambiental), RTP 99 Sierras Santa Bárbara-Santa Rosa (27 km hacia el Sur del Sistema Ambiental) y

la RTP 98 “Sierra de Álvarez” (72 km en dirección Este del Sistema Ambiental), tal como se puede apreciar en la siguiente figura.

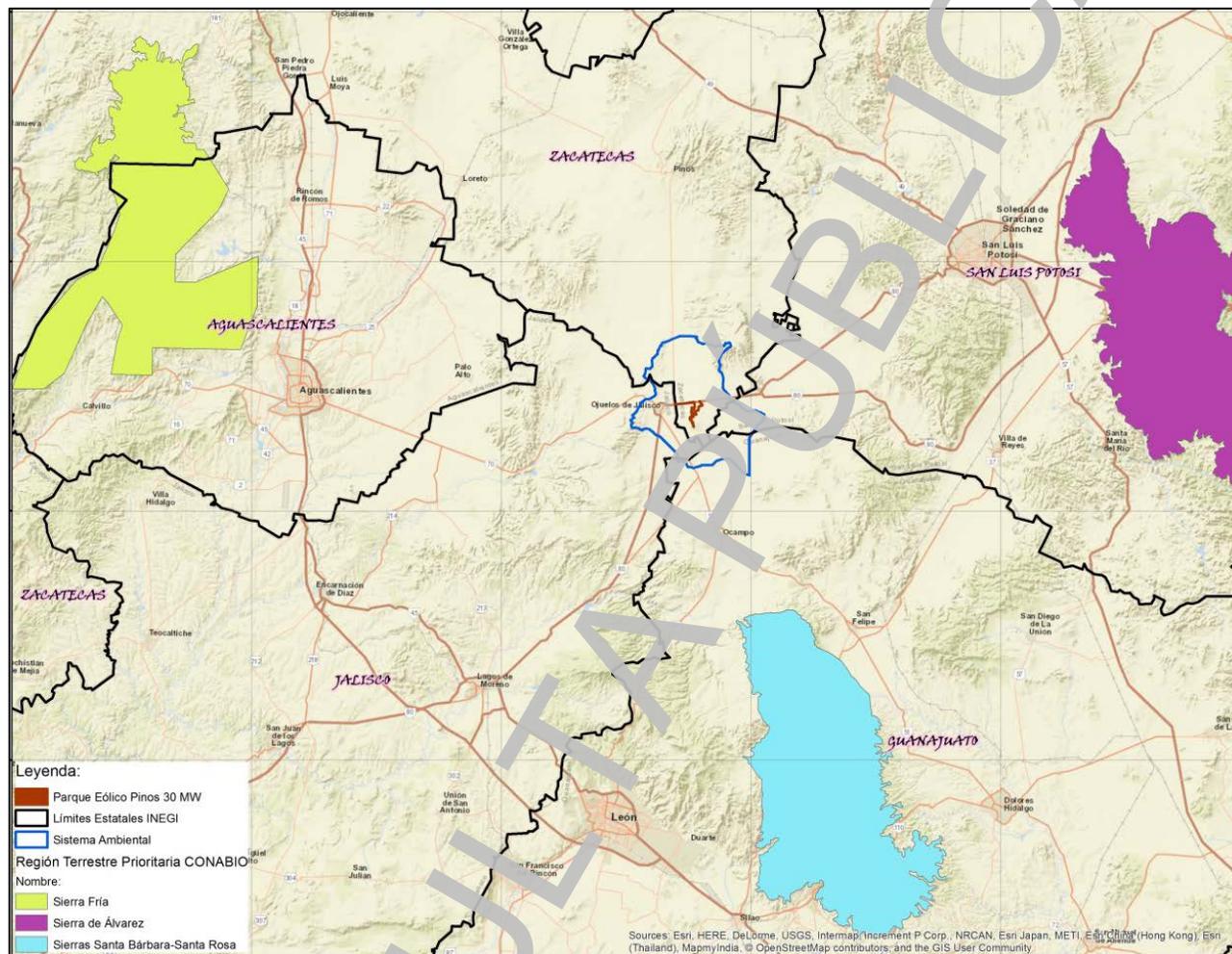


Figura 3. 4. Regiones Terrestres Prioritarias CONABIO, cercanas al Proyecto

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

De acuerdo a la CONABIO, el Proyecto *Parque Eólico Pinos 30MW* no incide dentro de alguna Región Hidrológica Prioritaria, como se puede observar en la siguiente figura. Así pues, cabe mencionar que hacia el Sureste del Sistema Ambiental se localiza la RHP 75 “Confluencias de las huastecas”, mientras que hacia el Sur se localiza la RHP 57 “Cabecera del Río de la Laja” y por ultimo hacia el Oeste se ubica la RHP 56 “Valle de Aguascalientes-Río Calvillo”.

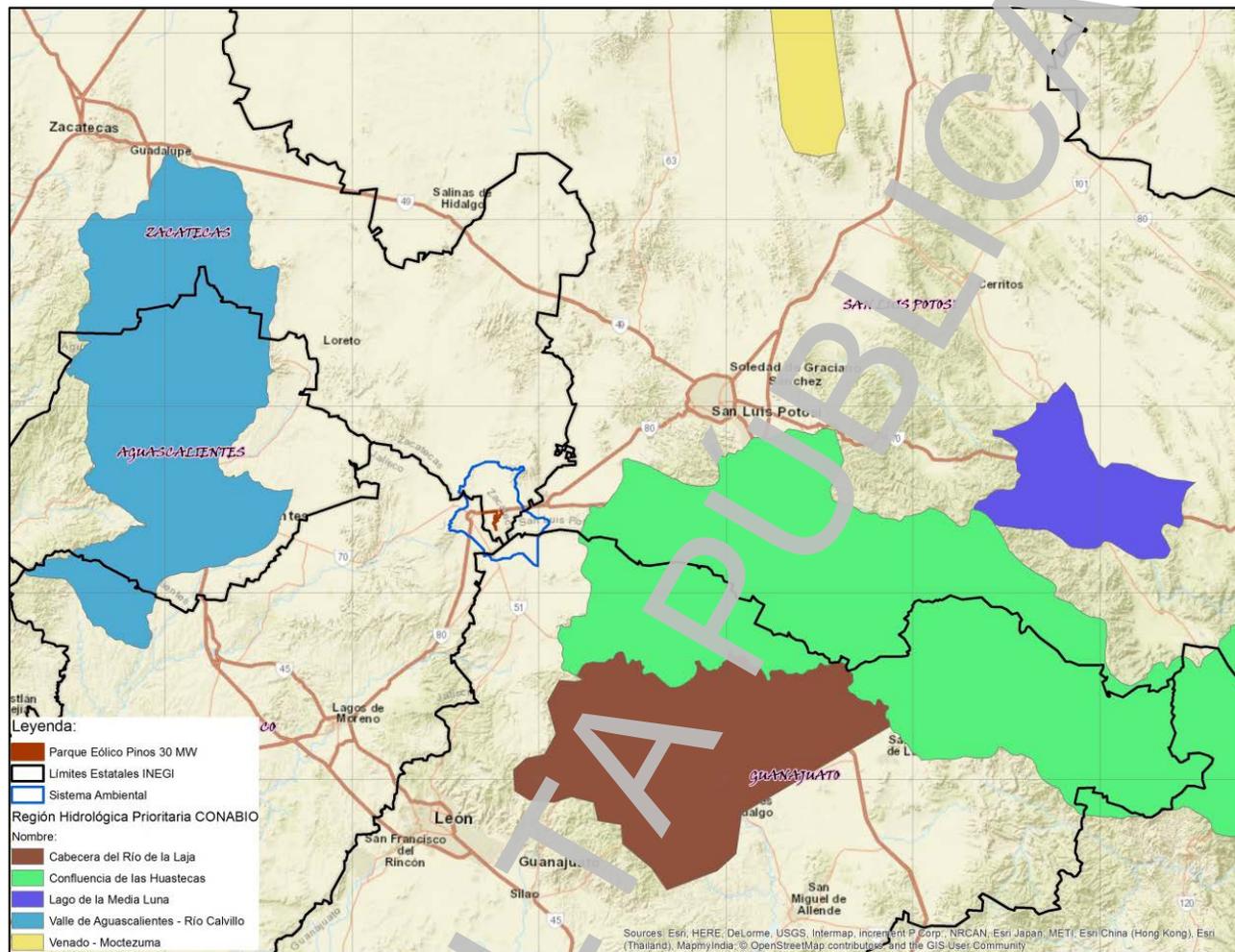


Figura 3. 5. Regiones Hidrológicas Prioritarias CONABIO, cercanas al Proyecto

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)

Dentro del área del Proyecto no se localiza ningún AICA, la más cercana es la Sierra de Santa Rosa, que se localiza aproximadamente a 57 km al Sur del Sistema Ambiental; de igual manera en dirección Noroeste del Sistema Ambiental se ubica el AICA denominada Sierra Fría.

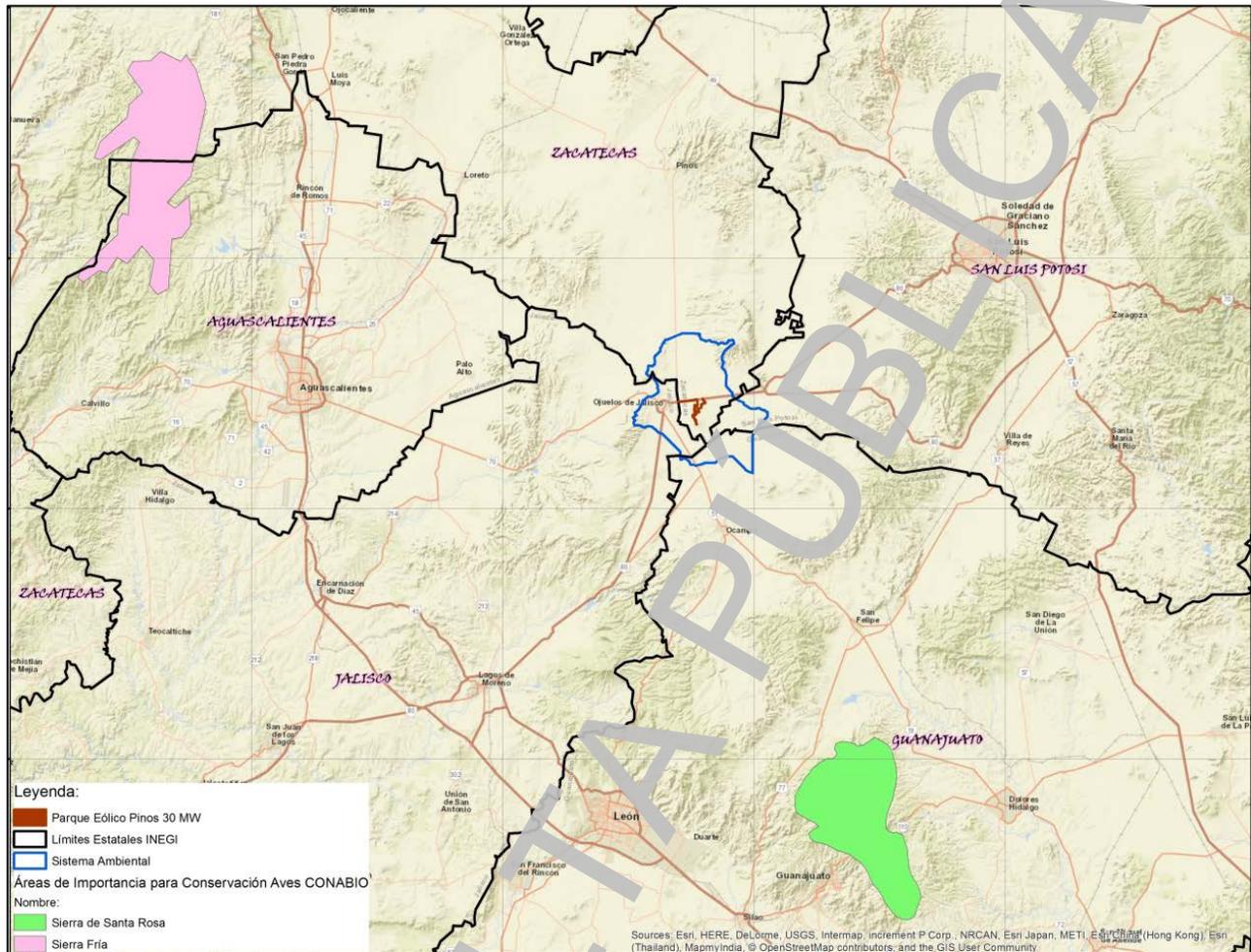


Figura 3. 6. Áreas de Importancia de Conservación de Aves CONABIO, cercanas al Proyecto

III.6 Vinculación con legislación nacional e internacional

III.6.1 Constitución de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos fue publicada en el DOF el 5 de febrero de 1917 y su última reforma el 27 de Enero de 2016. Constituye la norma suprema que rige en México, por lo que es el instrumento jurídico que establece el marco legal para la organización y relación del gobierno federal con los gobiernos estatales y municipales, y los ciudadanos.

Dentro del artículo 25 se establece que corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que sea integral y sustentable, y que fortalezca la soberanía de la Nación y su régimen democrático. Adicionalmente establece que el sector público, social y privado, concurrirán, con responsabilidad social, al desarrollo económico nacional. Cabe señalar que con las reformas publicadas el 20 de diciembre de 2013, se podrá apoyar e impulsar a los sectores sociales y privados de la economía, bajo criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad, y se permitirá el uso de los recursos productivos cuidando su conservación y el medio ambiente.

Por su parte el artículo 73, fracción XXIX-G establece que el Congreso tendrá la facultad de expedir leyes que establezcan la concurrencia del gobierno federal, de los estados y municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico. De esta manera las bases fundamentales de protección de los recursos naturales establecidos en la Constitución se desarrollan en la LGEEPA, así como la competencia entre los tres órdenes de gobierno en materia ambiental.

El presente Proyecto atendiendo al artículo 25 de la Constitución, impulsará la productividad del país en un modo sustentable, generando electricidad a partir de energías renovables y con un desarrollo de proyecto en concordancia con las diferentes leyes, normas y reglamentos en materia ambiental, apeguándose cabalmente además con lo que menciona el artículo 73.

III.6.2 Leyes

III.6.2.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

Resultado de los Artículos constitucionales en materia ambiental se originó LGEEPA, como parte de un proceso de descentralización, participación ciudadana y denuncia de acceso a la información ambiental para fortalecer y enriquecer los instrumentos de política ambiental. La LGEEPA se publicó el 28 de enero de 1988 y su última reforma el 16 de enero de 2014 en el DOF, y es la principal ley ambiental en México.

El Artículo 17 de la presente ley establece la obligatoriedad de la observancia de los programas de ordenamiento ecológico como instrumento para la planeación nacional para el desarrollo en observancia al PND. Acatando esta disposición se vinculó a los programas de ordenamiento ecológico a nivel federal y municipal, tal como se presentó anteriormente en el presente documento.

El Proyecto da cumplimiento a lo señalado en el Artículo 28 relativo a las obras o actividades que requieren la evaluación en materia de impacto ambiental, el cual queda regulado por la fracción II de dicho Artículo correspondiente a la industria eléctrica.

La autorización avala el desarrollo y actividades siguientes:

II. Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;

VII. Cambio de Uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;

La generación de electricidad por medio de este tipo de tecnología es clasificada como energía limpia pues su generación no implica la emisión de gases de efecto invernadero, cumpliendo así con el Artículo 113 referente a la contaminación atmosférica.

Durante el desarrollo del Proyecto se generarán residuos, estos serán dispuestos y almacenados en sitios especiales para evitar la contaminación del suelo en cumplimiento con el Artículo 136.

Con respecto a la disposición adecuada de los residuos peligrosos de acuerdo con lo establecido en el Artículo 151, se contratará a una empresa autorizada para su recolección periódica.

En cuanto a las emisiones de ruido reglamentados por el Artículo 155, se respetarán los límites establecidos por las normas aplicables y se implementarán las medidas preventivas y correctivas necesarias.

III.6.2.2 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)³

En cumplimiento de esta ley, todo aquel residuo sólido (vegetal, escombro, cartón, papel, vidrio y metal, entre otros) generado durante el desarrollo del Proyecto en las áreas que hayan sido autorizadas, será clasificado (Artículos 18 y 20 de la LGPGIR) y almacenado en confinamientos especiales para evitar la infiltración de lixiviados. Su recolección será periódica y calendarizada para su posterior recolección.

Los residuos peligrosos que constituyan un riesgo para la salud establecidos en el Artículo 21, como colillas de soldadura, residuos de pintura, material impregnado con grasas y aceites, aceites usados de los transformadores y los utilizados para lubricar la maquinaria, etc., serán clasificados de acuerdo con el Artículo 31 y dispuestos en sitios de acopio que cumplan con las especificaciones de la LGPGIR. Su manejo y confinamiento final será a través de una empresa especializada y autorizada por la SEMARNAT.

III.6.2.3 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)⁴

La LGDFS tiene por objeto el fomentar el uso sostenible del recurso forestal del país. El Artículo 31 señala las competencias de las entidades y sus atribuciones que les confieren las distintas leyes para regular, promover, restringir, prohibir, orientar y en general inducir las acciones de los particulares en los campos social, ambiental y económico.

Será de observancia durante el desarrollo del Proyecto lo indicado en el Artículo 33 referente al uso de especies compatibles con las nativas y con la persistencia de los ecosistemas forestales y de incluir acciones equivalentes de regeneración, restauración y restablecimiento de los mismos.

En el artículo 58 fracción I se menciona que corresponderá a la Secretaría otorgar las autorizaciones por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción. Dentro del Artículo 117 la Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada.

³ La LGPGIR se publicó en el DOF el 8 de octubre de 2003 y su última reforma el 19 de marzo de 2014.

⁴ La LGDFS se publicó en el DOF el 25 de febrero de 2003 y su última reforma el 10 de mayo de 2016.

Por lo anterior, se presentará el Estudio Técnico Justificativo correspondiente.

III.6.2.4 Ley General de Vida Silvestre (LGVS)⁵

Esta ley es referente a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat. Así como del aprovechamiento sustentable de recursos maderables/no maderables y especies acuáticas en riesgo.

De acuerdo con lo establecido en su Artículo 19 durante todo el desarrollo del Proyecto se observarán las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven, y adoptarán las medidas que sean necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat.

De conformidad con los Artículos 56 y 58, se consultarán las listas que se emanen de la Ley en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica para la identificación de especies en riesgo, ya que de acuerdo con el Artículo 63, la conservación del hábitat natural de la vida silvestre es de interés público.

Referente a las especies migratorias, el Artículo 76 plantea su conservación mediante la protección y mantenimiento de sus hábitats, el muestreo y seguimiento de sus poblaciones, así como el fortalecimiento y desarrollo de la cooperación internacional.

Es de mencionar que durante los estudios de fauna (capítulo IV) se consideró la evaluación de la presencia o ausencia de especies migratorias en el área del Proyecto, así mismo se planea ejecutar un monitoreo de la avifauna en el área del Proyecto y sitios aledaños, los resultados de este monitoreo se entregarán de manera periódica a la SEMARNAT para que otorgue una opinión. También se ejecutarán los procedimientos señalados en el Programa de Acciones para la Protección y Conservación del Suelo, la Flora y la Fauna Silvestre.

III.6.2.5 Ley de Transición Energética

Según el Artículo 1 de la Ley de Transición Energética, *esta tiene por objeto regular el aprovechamiento sustentable de la energía, así como las obligaciones en materia de Energías Limpias y de reducción de emisiones contaminantes de la Industria Eléctrica, manteniendo la competitividad de los sectores productivos.*

Es de orden público e interés social, de observancia general en los Estados Unidos Mexicanos y reglamentaria de los párrafos 6 y 8 del artículo 25 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, así como de los transitorios Décimo Séptimo y Décimo Octavo del Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en Materia de Energía, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de diciembre de 2013.

⁵ La LGVS se publicó en el DOF el 3 de julio de 2000 y el 19 de marzo de 2014 su última reforma

Artículo 2.- *Para los efectos del artículo anterior, el objeto de la Ley comprende, entre otros:*

- I. *Prever el incremento gradual de la participación de las Energías Limpias en la Industria Eléctrica con el objetivo de cumplir las metas establecidas en materia de generación de energías limpias y de reducción de emisiones.*

El Proyecto *Parque Eólico Pinos 30MW* incrementará la participación de las energías limpias en la industria eléctrica, coadyuvando a las metas establecidas en materia de generación de energías limpias y de reducción de emisiones.

- VII. *Apoyar el objetivo de la Ley General de Cambio Climático, relacionado con las metas de reducción de emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero y de generación de electricidad provenientes de fuentes de energía limpia;*

El desarrollo del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30MW* apoyará el objetivo de la Ley General de Cambio Climático al producir en su etapa de operación energía eléctrica sin la utilización de hidrocarburos y por tanto la reducción de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero en la producción de energía dentro del país.

- IX. *Promover el aprovechamiento energético de recursos renovables y de los residuos*

Con el desarrollo del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30MW* se promoverá aún más el aprovechamiento energético de los recursos renovables.

Artículo 6.- Los integrantes de la Industria Eléctrica en general, así como los Usuarios Calificados participantes del Mercado Eléctrico Mayorista, sean de carácter público o particular, y los titulares de los Contratos de Interconexión Legados estarán obligados a contribuir al cumplimiento de las Metas de Energías Limpias en los términos establecidos en la legislación aplicable.

El proyecto *Parque Eólico Pinos 30MW* contribuirá de manera intrínseca con el cumplimiento de las Metas de Energías Limpias en los términos de la legislación aplicable.

Artículo 19.- Corresponde a la SEMARNAT:

- VIII. Cuando se trate de proyectos para la generación de electricidad a partir de zonas con alto potencial de Energías Limpias determinados de conformidad con lo establecido por esta Ley, la SEMARNAT, apoyada por las instancias públicas y educativas especializadas, deberá:

- a) Elaborar estudios de evaluación ambiental estratégica de carácter regional para determinar las características relevantes del o de los ecosistemas potencialmente afectables por los proyectos, valorar regionalmente los impactos ambientales potenciales y dictar las medidas de prevención y control a las que deben sujetarse los desarrolladores de los proyectos

Para el desarrollo del *Parque Eólico Pinos 30MW* se ha considerado primeramente a dar cumplimiento a la normatividad aplicable en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo, por lo tanto, la SEMARNAT recibirá la presente Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto, además de un respectivo Estudio Técnico Justificativo para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

III.6.2.6 Ley para el aprovechamiento de energías renovables y el financiamiento de la transición energética

Según el Artículo 1º de la Ley para el aprovechamiento de energías renovables y el financiamiento de la transición energética, esta es de orden público y de observancia general en toda la República Mexicana. Tiene por objeto regular el aprovechamiento de fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias para generar electricidad con fines distintos a la prestación del servicio público de energía eléctrica, así como establecer la estrategia nacional y los instrumentos para el financiamiento de la transición energética.

Artículo 2o.- El aprovechamiento de las fuentes de energía renovable y el uso de tecnologías limpias es de utilidad pública y se realizará en el marco de la estrategia nacional para la transición energética mediante la cual el Estado mexicano promoverá la eficiencia y sustentabilidad energética, así como la reducción de la dependencia de los hidrocarburos como fuente primaria de energía.

Artículo 4o.- El aprovechamiento de los cuerpos de agua, los bioenergéticos, el viento y los recursos geotérmicos, así como la explotación de minerales asociados a los yacimientos geotérmicos, para la producción de energía eléctrica se sujetará y llevará a cabo de conformidad con las disposiciones jurídicas aplicables en la materia.

Artículo 11.- La Secretaría de Energía elaborará y coordinará la ejecución del Programa, para lo cual deberá:

- III. Establecer metas de participación de las energías renovables en la generación de electricidad, las cuales deberán aumentar gradualmente sobre bases de viabilidad económica y potencial técnico existente.
- IV. Incluir la construcción de las obras de infraestructura eléctrica necesarias para que los proyectos de energías renovables se puedan interconectar con el Sistema Eléctrico Nacional;

El Artículo 21 de esta Ley, es el directamente vinculante al proyecto y dice a la letra: *Los proyectos de generación de electricidad a partir de energías renovables con una capacidad mayor de 2.5 Megawatts, procurarán:*

- I. Asegurar la participación de las comunidades locales y regionales, mediante reuniones y consultas públicas convocadas por las autoridades municipales, ejidales o comunales; en dichas reuniones deberán convenir la participación de los proyectos en el desarrollo social de la comunidad;

Aldesa Energías renovables de México, S.A. de C.V. ha considerado mano de obra de las localidades cercanas, ello con el fin de integrar a su fuerza laboral gente del municipio de Pinos y generar así un proyecto que involucre la participación social local.

- II. Según se convenga en el contrato respectivo, pagar el arrendamiento a los propietarios de los predios o terrenos ocupados por el proyecto de energía renovable; la periodicidad de los pagos podrá ser convenida con los interesados, pero en ningún caso será inferior a dos veces por año;

Aldesa Energías renovables de México, S.A. de C.V. deberá considerar convenios donde por el arrendamiento de los terrenos a ser utilizados por el proyecto los dueños reciban al menos dos pagos por año. Las cantidades estarán acordadas por ambas partes.

- III. Promover el desarrollo social en la comunidad, en la que se ejecuten los proyectos de generación con energías renovables, conforme a las mejores prácticas internacionales y atender a la normatividad aplicable en materia de desarrollo rural sustentable, protección del medio ambiente y derechos agrarios.

Con el desarrollo del Proyecto y la inclusión de trabajadores locales se promoverá el desarrollo social en las localidades aledañas, además se atenderá la normatividad aplicable en materia de desarrollo rural sustentable, protección del medio ambiente y derechos agrarios.

III.6.2.7 Ley General de Cambio Climático

Artículo 7o. Son atribuciones de la federación las siguientes

XXIII. Desarrollar estrategias, programas y proyectos integrales de mitigación y adaptación al cambio climático en materia de hidrocarburos y energía eléctrica, para lograr el uso eficiente y sustentable de los recursos energéticos fósiles y renovables del país, de conformidad con la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, en lo que resulte aplicable.

Artículo 33. Los objetivos de las políticas públicas para la mitigación son:

- I. Promover la protección del medio ambiente, el desarrollo sustentable y el derecho a un medio ambiente sano a través de la mitigación de emisiones;
- II. Reducir las emisiones nacionales, a través de políticas y programas, que fomenten la transición a una economía sustentable, competitiva y de bajas emisiones en carbono, incluyendo instrumentos de mercado, incentivos y otras alternativas que mejoren la relación costo-eficiencia de las medidas específicas de mitigación, disminuyendo sus costos económicos y promoviendo la competitividad, la transferencia de tecnología y el fomento del desarrollo tecnológico;
- III. Promover de manera gradual la sustitución del uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía, así como la generación de electricidad a través del uso de fuentes renovables de energía;

- IV. Promover prácticas de eficiencia energética, el desarrollo y uso de fuentes renovables de energía y la transferencia y desarrollo de tecnologías bajas en carbono, particularmente en bienes muebles e inmuebles de dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, de las entidades federativas y de los municipios;

Artículo 34. Para reducir las emisiones, las dependencias y entidades de la administración pública federal, las Entidades Federativas y los Municipios, en el ámbito de su competencia, promoverán el diseño y la elaboración de políticas y acciones de mitigación asociadas a los sectores correspondientes, considerando las disposiciones siguientes:

- a) Fomentar prácticas de eficiencia energética y promover el uso de fuentes renovables de energía; así como la transferencia de tecnología de bajas en emisiones de carbono, de conformidad con la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y Financiamiento para la Transición Energética.
- b) Desarrollar y aplicar incentivos a la inversión tanto pública como privada en la generación de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables y tecnologías de cogeneración eficiente. Dichos incentivos se incluirán en la Estrategia Nacional, la Estrategia Nacional de Energía, la Prospectiva del Sector Eléctrico y en el Programa Sectorial de Energía.
- c) Establecer los mecanismos viables técnico económicamente que promuevan el uso de mejores prácticas, para evitar las emisiones fugitivas de gas en las actividades de extracción, transporte, procesamiento y utilización de hidrocarburos.
- d) Incluir los costos de las externalidades sociales y ambientales, así como los costos de las emisiones en la selección de las fuentes para la generación de energía eléctrica.
- e) Fomentar la utilización de energías renovables para la generación de electricidad, de conformidad con la legislación aplicable en la materia.

Conforme lo señalado en la LGCC, el Proyecto permitirá la disminución de gases de efecto invernadero, al promover la disminución en el consumo de combustibles fósiles en las centrales termoeléctricas instaladas en la región.

III.6.3 Reglamentos Federales

III.6.3.1 Reglamento de la LG-EPA, en materia de evaluación de impacto ambiental (REIA)⁶

Dentro de su articulado establece aquellas obras y actividades que requieren la autorización de impacto ambiental, concretamente en su Artículo 5 al cual el Proyecto se ajusta a su fracción K) Industria eléctrica, fracción I. Construcción de plantas nucleoelectricas, hidroelectricas, carboelectricas, gotermoelectricas, eoloelectricas o termoelctricas, 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

⁶El REIA fue publicado en el DOF el 30 de mayo de 2000 y hasta la fecha no se ha publicado ninguna reforma.

habitacionales. Es por ello que, para el desarrollo del presente Proyecto se tendrá que obtener la autorización en materia de impacto ambiental previo a la ejecución de cualquier actividad enmarcada en el Proyecto.

III.6.3.2 Reglamento de la LGEEPA, en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la atmósfera⁷

El Proyecto *Parque Eólico Pinos 30MW* en acatamiento al reglamento en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera de la LGEEPA, dará cumplimiento a las normas técnicas ecológicas correspondientes a la generación y emisión de olores, gases o partículas sólidas o líquidas, estipuladas en el Artículo 28 referente a los niveles máximos permisibles de emisión durante todas las actividades enmarcadas en el desarrollo del Proyecto.

III.6.3.3 Reglamento para la Protección del Ambiente Contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido⁸

Debido a que durante la preparación y construcción del Proyecto se utilizará maquinaria y equipos que emitirán ruido contaminante, será de observancia el Reglamento de la LGEEPA contra la contaminación originada por la emisión del ruido en sus Artículos 8, 11, 29 de dicho reglamento, de tal manera que:

- Se proporcionará a las autoridades competentes la información que se les requiera, respecto a la emisión de ruido contaminante,
- Las mediciones se realizarán según las normas correspondientes para respetar el nivel de emisión de ruido máximo permisible en fuentes fijas que corresponde a 68 dBA, entre 6:00 y 22:00 (durante el día) y 65 dBA entre 22:00 y 6:00 (durante la noche). La fuente de ruido deberá medirse en un lapso no menor a 15 minutos, y
- Se vigilará la emisión de ruido, ocasionada por automóviles, camiones, autobuses y tractocamiones.

III.6.3.4 Reglamento de la LGPCIR⁹

El Proyecto se apegará a lo establecido en los artículos 35, 36, 37, 38, 39, 40 y 41 del Título cuarto del Reglamento de la LGPCIR ya que en ellos se encuentran las bases para identificar los residuos peligrosos.

Dependiendo de la cantidad de residuos que sean generados se seguirán los artículos 42, 43, 44, 45 y 47 los cuales indican la forma en la que, de ser necesario, se deberá hacer el registro correspondiente ante la SEMARNAT, así como la forma en la que se debe hacer el manejo de los residuos independientemente de ser grandes o pequeños generadores.

⁷ Publicado en el DOF el 25 de noviembre de 1988 y su última reforma el 3 de junio de 2004.

⁸ Publicado en el DOF el 6 de noviembre de 1988 y su última reforma el 3 de junio de 2004.

⁹ Publicado en el DOF el 30 de noviembre de 2006 y hasta la fecha no se ha publicado ninguna reforma.

III.6.3.5 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

El RLGDFS se publicó en el DOF el 21 de febrero de 2005 y su última reforma fue el 31 de octubre de 2014. El Proyecto se vincula directamente con lo establecido en los siguientes artículos:

“Artículo 120:

Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el Interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría... Junto con la solicitud deberá presentarse el estudio técnico justificativo...

La solicitud de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales será solicitada ante la Secretaría mediante el Estudio Técnico Justificativo correspondiente.

III.6.4 Lineamientos del Banco Mundial y Normas Oficiales Mexicanas (NOM)

A continuación, se presentan las Normas Oficiales Mexicanas que rigen los procesos y actividades que se desarrollarán durante el Proyecto, mismas que serán de observancia obligatoria.

III.6.4.1 Emisión de gases contaminantes producidos por vehículos automotores

Los vehículos y maquinaria que serán utilizados durante las etapas del Proyecto, deberán ser verificados periódicamente para cumplir con los valores establecidos por las siguientes NOM y Lineamientos de Banco Mundial:

NOM-041-SEMARNAT-201510, que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno y óxido de nitrógeno; así como el nivel mínimo y máximo de la suma de monóxido y dióxido de carbono y el Factor Lambda. Es de observancia obligatoria para el propietario, o legal poseedor de los vehículos automotores que circulan en el país o sean importados definitivamente al mismo, que usan gasolina como combustible, así como para los responsables de los Centros de Verificación, y en su caso Unidades de Verificación Vehicular, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kg (kilogramos), motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y de la minería.

Esta normatividad será de observancia obligatoria para los propietarios de vehículos automotores que usan gasolina como combustible a excepción de la maquinaria indicada en esta NOM. Los límites máximos permisibles de emisiones de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno, óxidos de nitrógeno, límites mínimos y máximos de dilución provenientes del escape; así como el valor del Factor Lambda de vehículos en circulación que usan gasolina como combustible, en función del método de prueba dinámica y el año modelo, son los establecidos en la TABLA 1 de la presente Norma Oficial Mexicana (Tabla 3.4).

Tabla 3.4. LMP de emisión del método dinámico en la NOM-041-SEMARNAT-2006

Año-Modelo del	Hidrocarburos	Monóxido	Oxígeno	Óxidos de	Dilución	Factor
----------------	---------------	----------	---------	-----------	----------	--------

¹⁰ Publicado en el DOF el 6 de marzo de 2007. Documento vigente.

Vehículo	(HC) (PPM)	de carbono (CO)(%Vol)	(O ₂) (% Vol)	nitrógeno (NO _x ppm)	Mínima (CO+CO ₂) (%Vol)	Máxima (CO+CO ₂) (%Vol)	Lambda Máx.
1990 y anteriores	350	2,5	2,0	2500	13	16,5	1,05
1991 y posteriores	100	1,0	2,0	1500	13	16,5	1,05

Nota de equivalencias: 1.- ppm o hppm ($\mu\text{mol/mol}$) y 2.- % vol. (cmol/mol)

Los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno, los límites mínimos y máximos de dilución provenientes del escape de los vehículos en circulación que usan gasolina como combustible, establecidos en el método de prueba estática procedimiento de medición, de la NOM-047-SEMARNAT-2014 o la que la sustituya; en función del año-modelo, son los establecidos en el numeral 4.2.2, (TABLA 2) de la presente Norma Oficial Mexicana y serán aplicables de acuerdo al transitorio quinto de la misma.

Tabla 3.5. LMP de emisión del método estático en la NOM-041-SEMARNAT-2006

Año-Modelo del Vehículo	Hidrocarburos (HC hppm)	Monóxido de carbono (CO % Vol)	Oxígeno (O ₂ % Vol)	Dilución (CO+CO ₂ %Vol)		Factor Lambda Máx.
				Min.	Max.	
1993 y anteriores	400	3,0	2,0	13	16,5	1,05
1994 y posteriores	100	1,0	2,0	13	16,5	1,05

No aplicará el valor del Factor Lambda en el caso de la prueba en marcha mínima.

NOM-045-SEMARNAT-2006¹¹, establece los límites máximos permisibles de opacidad para los vehículos en circulación que usan diésel como combustible, excluyendo la maquinaria equipada con motores diésel utilizada en las industrias de la construcción, establecidos en esta NOM.

Tabla 3.6. Límites máximos permisibles de opacidad del humo

Peso bruto vehicular	Año-modelo del vehículo	Coefficiente de absorción de luz (M ⁻¹)	% de opacidad
Hasta 3,856kg	2005 y anteriores	2.5	65.87
	2004 y posteriores	2.0	57.68
Mayor de 3,857kg	1990 y anteriores	3.0	72.47
	1991 y posteriores	2.5	65.87

Lineamientos de Banco Mundial.- La Organización Mundial de la Salud (World Health Organization, WHO) y el Banco Mundial establecen los lineamientos para PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂, SO₂ y O₃ para las concentraciones de 24 horas y un año; y de una hora y ocho horas en el caso de NO₂ y O₃, respectivamente. Ver tabla siguiente:

Tabla 3.7. Lineamientos de calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud

Contaminante	Tiempo promedio	Guía de calidad de aire (Mg/m ³)
PM ₁₀	Anual	50
	24 horas	20
PM _{2.5}	Anual	10
	24 horas	25
NO ₂	Anual	40

¹¹ Publicado en el DOF el 13 de septiembre de 2007. Última modificación 10 de junio de 2015.

	1 hora	200
SO ₂	Anual	80
	24 horas	20
O ₃	8 horas	100

Notas: O₃-ozono; SO₂-Dioxido de azufre; NO₂-Dioxido de nitrógeno; PM₁₀-Particulas menores a 10µm; PM_{2.5}-particulas menores a 2.5µm; ppm-partes por millón; µg/m³-microgramos por metro cubico.

Es importante mencionar que, aún y cuando el Proyecto en operación no producirá emisiones de gases a la atmósfera (por ser un proyecto basado en transformar la energía cinética del viento en energía eléctrica), durante la preparación y construcción se dará cumplimiento a la normatividad antes citada. Adicionalmente, cada contratista deberá dar mantenimiento preventivo a todos sus vehículos y maquinaria.

III.6.4.2 Ruido emitido por vehículos y fuentes fijas

La contaminación sonora es producto del conjunto de ruidos y sonidos ambientales que ocasionan importantes afectaciones que deterioran el ambiente y alteran nuestras vidas, tales como los provocados por vehículos particulares, la construcción, los sistemas electrónicos, industrias, el tráfico aéreo, los aeropuertos, y en el caso particular los vehículos involucrados en las diferentes etapas del Proyecto.

En este sentido y a efecto de evitar afectaciones al ambiente durante el desarrollo del Proyecto, se cumplirá con la siguiente normatividad:

NOM-011-STPS-2001¹², condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

NOM-080-SEMARNAT-1994¹³, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

La siguiente Tabla indica los límites máximos permisibles de acuerdo con el peso bruto vehicular:

Tabla 3.8. LMP de emisión de ruido establecido en la NOM-080-SEMARNAT-1994

Peso bruto vehicular (kg)	Límites máximos permisibles DB(A)
Hasta 3,000	86
Más de 3,000 y hasta 10,000	92
Más de 10,000	99

NOM-081-SEMARNAT-1994¹⁴, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

¹² Publicado en el DOF el 17 de abril de 2002. Documento vigente.

¹³ Publicado en el DOF el 13 de enero de 1995. Documento vigente.

Esta NOM establece que si la fuente fija no está limitada por confinamientos, pero se encuentran claramente establecidos los límites del predio (cercas, mojoneras, registros, etc.), los puntos de medición deben situarse lo más cerca posible a los límites exteriores del predio, a una altura del piso no inferior a 1.20 m. A continuación, se presentan los límites máximos permisibles según la hora:

- De 6:00 a 22:00 68 dB (A)
- De 22:00 a 6:00 65 dB (A)

III.6.4.3 Control y manejo de residuos peligrosos

Durante el desarrollo del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30MW* se dará cumplimiento a los lineamientos y disposiciones establecidas en las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:

NOM-052-SEMARNAT-2005¹⁵, que establece las características, el procedimiento de identificación y los listados de los residuos peligrosos.

NOM-053-SEMARNAT-1993¹⁶, que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

NOM-054-SEMARNAT-1993¹⁷, que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1995.

NOM-138-SEMARNAT/SS-2003¹⁸, por otra parte, en caso de ocurrir algún derrame de hidrocarburos sobre el suelo de manera involuntaria, se observará y cumplirá esta NOM que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en el suelo y las especificaciones para su caracterización y remediación, conforme a la siguiente Tabla 3.9:

Tabla 3.9. LMP para fracciones de hidrocarburos en el suelo NOM-138-SEMARNAT/SS-2003

Fracción de hidrocarburos	Uso de suelo predominante (Mg/Kg base seca)		
	Agrícola, forestal, pecuario y de conservación	Residencial y recreativo	Industrial y comercial
Ligera	200	200	500
Media	1,200	1,200	5,000
Pesada	3,000	3,000	6,000

Nota: Ligera (mezcla de hidrocarburos cuyas moléculas contengan cadenas lineales entre 5 y 10 átomos de carbono [C₅ a C₁₀]); Media (Mezcla de hidrocarburos cuyas moléculas contengan cadenas lineales entre 10 y 28 átomos de carbono [C₁₀ a C₂₈]); Pesada (Mezcla de hidrocarburos cuyo peso molecular sea mayor a C₁₈).

¹⁴ Publicado en el DOF el 13 de enero de 1995. Documento vigente.

¹⁵ Publicado en el DOF el 23 de junio de 2006. Documento vigente.

¹⁶ Publicado en el DOF el 22 de octubre de 1993. Documento vigente.

¹⁷ Publicado en el DOF el 22 de octubre de 1993. Documento vigente.

¹⁸ Publicado en el DOF el 29 de marzo de 2005. Documento vigente.

Se realizará el manejo y la disposición de este tipo de residuos, conforme lo establece la normatividad aplicable antes mencionada.

III.6.4.4 Control y manejo de aguas residuales

Durante el desarrollo del Proyecto no se generarán aguas residuales de tipo doméstico. Las aguas residuales referentes y contenidas en las letrinas móviles, serán recolectadas por una empresa que brinde el servicio y que se encuentre regulada en materia ambiental.

III.6.4.5 Protección Ambiental de Especies Nativas de Flora y Fauna

En el caso de identificar alguna especie listada en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** (Protección ambiental – especies nativas de México de flora y fauna silvestres – categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – lista de especies en riesgo) durante las etapas del Proyecto, se tomarán medidas de prevención para evitar afectaciones a las especies con alguna categoría en esta norma, mismas que se detallan en el Capítulo VI del presente documento.

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

IV.1. Delimitación del área de estudio

IV.1.1. Delimitación del Área de Influencia (AI) del proyecto

La delimitación del Área de Influencia se generó con la finalidad de que los elementos abióticos y bióticos que pudieran tener algún tipo de interacción con alguna de las obras y actividades del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30MW*, pudieran ser analizados y así evaluar el grado de afectación positiva o negativa del Proyecto sobre esta unidad espacial. Por tanto, el área de influencia será el área geográfica en relación a la cual se van a estimar los impactos ambientales.

Para la delimitación del Área de Influencia se tomaron como base las características de las obras y actividades que se desarrollarán en el Proyecto *Parque Eólico Pinos 30MW*, considerándose además lo siguiente:

- Límites del Proyecto: escalas de tiempo y espacio sobre las que el Proyecto se extenderá
- El alcance de todos los impactos potenciales del Proyecto (emisiones de ruido, polvos, pérdida de la cobertura vegetal por desmontes, colisión de aves en aerogeneradores, alteraciones en la distribución espacial y temporal de la fauna, modificaciones a la topografía, entre otros) en las diferentes etapas; preparación, construcción y operación
- Áreas sensibles
- Presencia de humedales aledaños al Proyecto
- Riqueza y distribución de la fauna (con especial énfasis en la avifauna y los quirópteros del SA)

Adicionalmente, se realizó un análisis de información ambiental de fuentes oficiales, generada para la zona y basada en los siguientes criterios:

- Algunos componentes ambientales y características de estos pueden ser considerados como indicadores ambientales, por ejemplo la cobertura vegetal, la estabilidad edáfica, entre otros, ya que constituyen la base para el mantenimiento de procesos biológicos, físicos y químicos dentro del ecosistema

Las características de los componentes ambientales dentro del Área de Influencia son homogéneas o sostiene una relación/influencia cercana

- El AI considera a los componentes bióticos y abióticos que pudieran llegar a tener alguna relación con el Proyecto

Atendiendo lo anterior y en consenso con un grupo de especialistas entre los que se incluyen biólogos especializados en el trabajo con fauna, biólogos especializados en flora y vegetación, un edafólogo, un ingeniero forestal, ingenieros ambientales y la colaboración de un ingeniero especializado en Sistemas de Información Geográfica, se determinó que debido a la movilidad de las aves y los murciélagos, un parque eólico puede tener un impacto ambiental más allá del espacio físicamente ocupado por los diferentes elementos del proyecto.

En la mayoría de los casos, el establecer un área de afectación es muy complejo debido a la relatividad del concepto y a que diferentes factores ambientales pueden necesitar diferentes áreas para la evaluación de los impactos que sobre ellos recaigan, particularmente en relación a la distribución geográfica de la fauna que potencialmente podría verse impactada. Con el objetivo de establecer los límites tomando en cuenta valores ornitológicos para proyectos eólicos, se propuso que para definir el AI se considerarán los criterios antes mencionados y los que a continuación se presentan:

- Posible existencia de colonias de murciélagos o dormitorios de aves grandes como auroras y zopilotes, así como nidos de otras rapaces como águilas o aguilillas
- La existencia de otros proyectos eólicos dentro del SA, sean o no del mismo promotor
- Basureros o vertederos cercanos que puedan atraer a las aves
- Otros valores naturales a tener en cuenta (paisaje, sitios de interés biológico, etc.)
- Zonas de alimentación conocidas de grandes rapaces
- Rutas migratorias
- Colonias y refugios de murciélagos

Atendiendo todo lo anterior, se delimitó un área de influencia o afectación del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW*, que entre otros componentes ambientales, toma como base al componente avifaunístico y al grupo de mamíferos voladores.

Enseguida se presenta la Figura 4.1 (Anexo 4.1) donde se muestra el Área de Influencia del Proyecto la cual está delimitada tomando como base la posible afectación al grupo de las aves y al grupo de los quirópteros, considerando de manera intrínseca el impacto que pudiera suscitarse hacia cualquier otro componente ambiental en cualquiera de las etapas del Proyecto. La superficie que ocupará el Proyecto es de 36.3708ha., mientras que la superficie que abarcará el AI es de 8034.54ha.

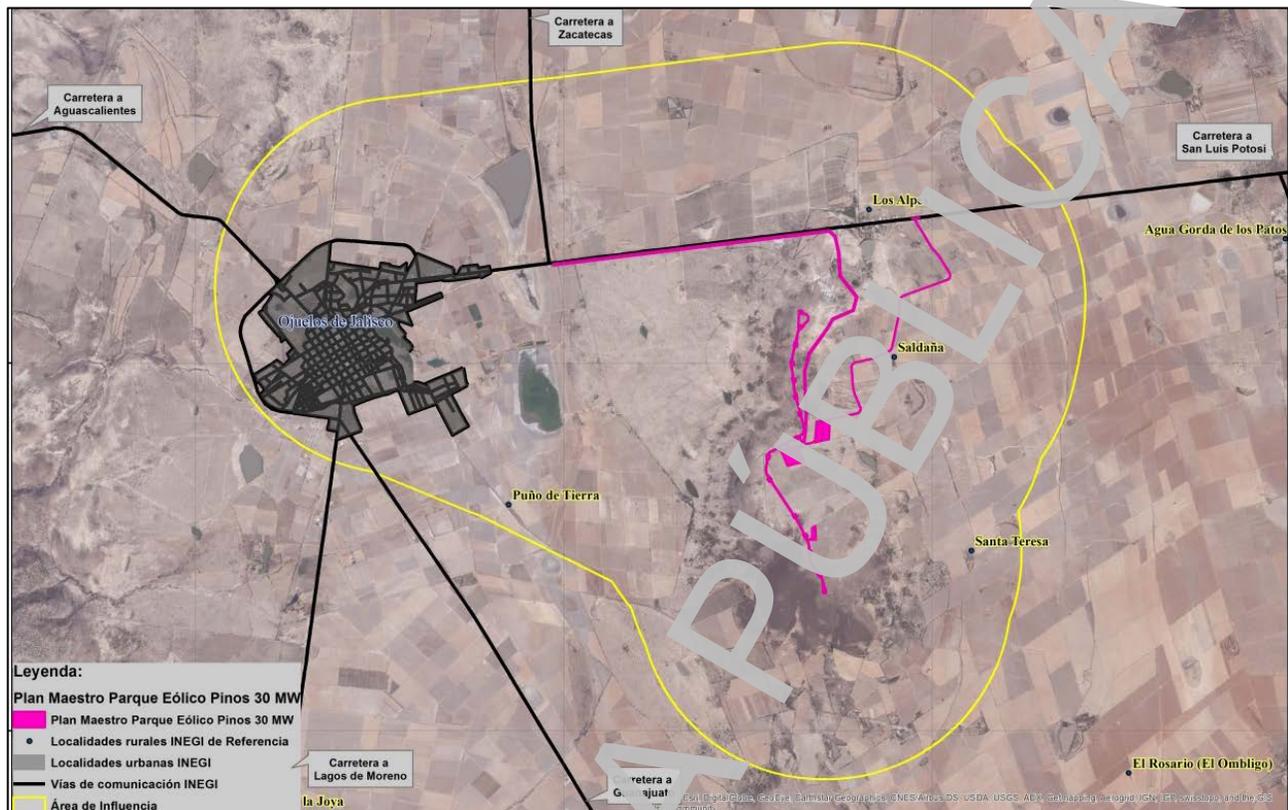


Figura 4.1. Área de Influencia delimitada para el Proyecto

IV.1.2. Delimitación del Sistema Ambiental (SA) donde pretende establecerse el proyecto

El Sistema Ambiental del Proyecto Parque Eólico Pinos 30MW se generó con base en los siguientes criterios:

- El SA considera los principales elementos bióticos y abióticos que pudieran llegar a tener alguna relación con el Proyecto, por lo que permite una comprensión de las relaciones e interacciones entre el Proyecto y los elementos ambientales del entorno
- Los elementos ambientales considerados para la delimitación del SA pueden ser considerados como indicadores, por ejemplo agua, suelo y biota, y constituyen la base para el mantenimiento de procesos biológicos, físicos y químicos de la naturaleza
- Las características de los elementos ambientales dentro del SA, son homogéneas o sostiene una relación/influencia cercana

Los elementos ambientales considerados para la delimitación del SA fueron:

- Hidrología superficial (utilizando nanocuenca como unidad ambiental)
- Uso de suelo
- Tipos de vegetación

- Fauna
- Topografía
- Clima
- Sociología

Para determinar las fronteras del SA se seleccionaron nanocuenca y curvas de nivel a cada 5 metros, tal y como se muestra en la Figura 4.2 y Figura 4.3. Lo anterior debido a que las nanocuenca pueden ser utilizadas como unidades ambientales que engloban características similares de factores bióticos y abióticos (vegetación-ambiente físico). Para más detalle consultar el Anexo 4.2 Coordenadas y Plano del SA delimitado para el Proyecto.

Las nanocuenca seleccionadas incluyeron aquellas que cumplieran los siguientes criterios:

- Influencia directa para el Proyecto (aquellas que se interceptan)
- Que cubrieran los predios, parcelas o terrenos cercanos al Proyecto y sujetos a las mismas presiones actuales
- Dentro de la zona de influencia local presentaran características similares en cuestión de pendiente, uso de suelo, vegetación, fauna, etc.

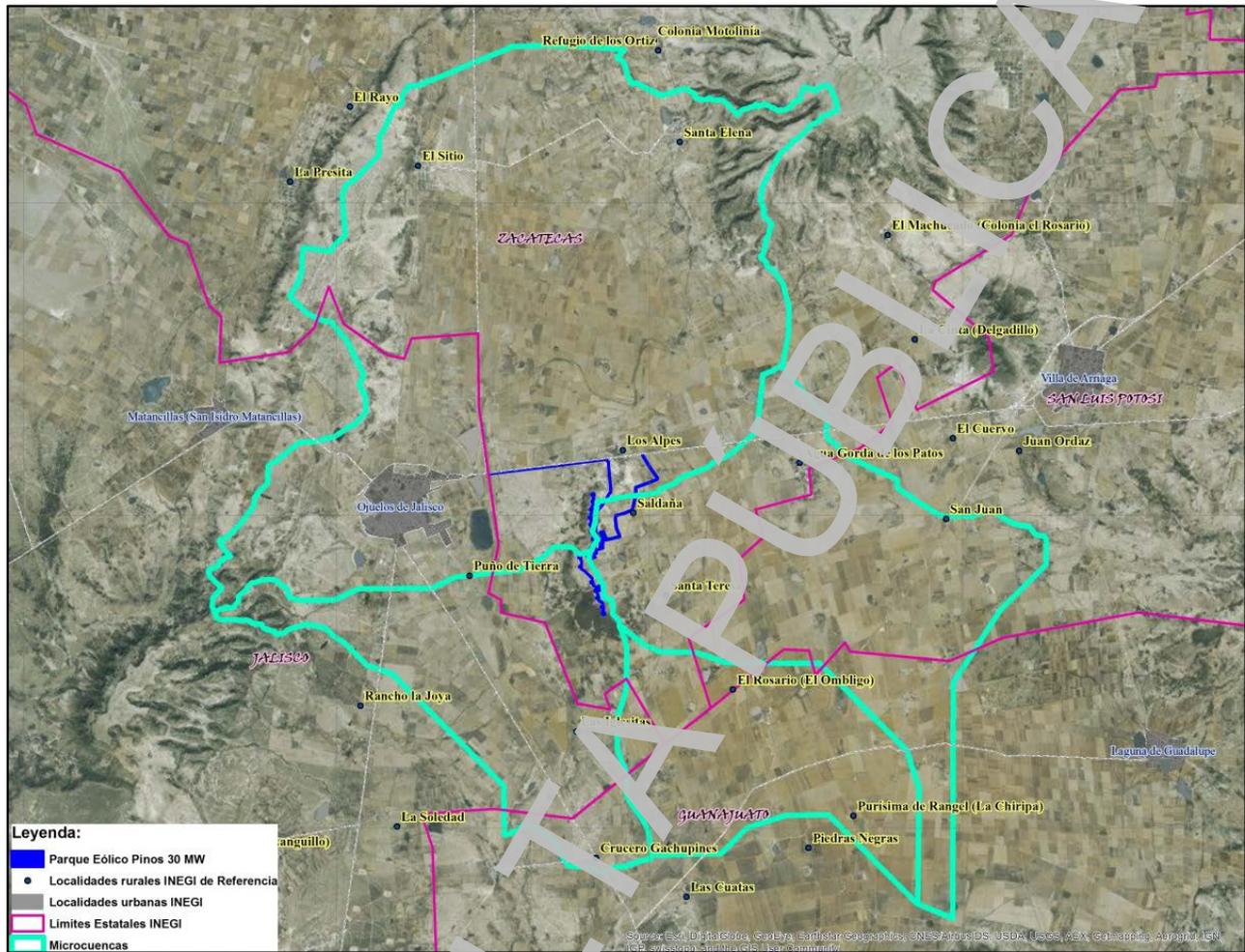


Figura 4.2. Nanocuencas utilizadas para la delimitación del SA

Las nanocuencas representan a las subunidades de captura y contribución hidrológica dentro de una microcuenca. Las nanocuencas están relacionadas directamente con la geomorfología, ya que la topografía de la zona delimita los bordes de la cuenca y a su vez los escurrimientos que forman el ciclo hidrológico local y regional.

El clima y la geomorfología de las nanocuencas así como su interacción con la geología permiten la creación de suelos, los cuales favorecen las condiciones propicias para el desarrollo de las comunidades vegetales que funcionan como sustento y delimitan la distribución y desplazamiento local de la fauna. De esta forma las características del medio físico y biótico son directamente relativas a las nanocuencas.

Para la determinación del SA, se analizó el régimen hidrológico que comprende el entorno subregional, elaborando un Modelo de Hidrología Superficial a partir de las curvas de nivel a cada 5m (Figura 4.3), que comprende los criterios previamente establecidos, resultando la base para el SA.

De esta manera, el Sistema Ambiental envuelve a la totalidad de las obras y actividades que integran al Proyecto e incluyen un área de amortiguamiento de los impactos a los componentes

ambientales del sitio; todo ello dentro de un sistema que supone una relativa homogeneidad en sus características bióticas y abióticas.

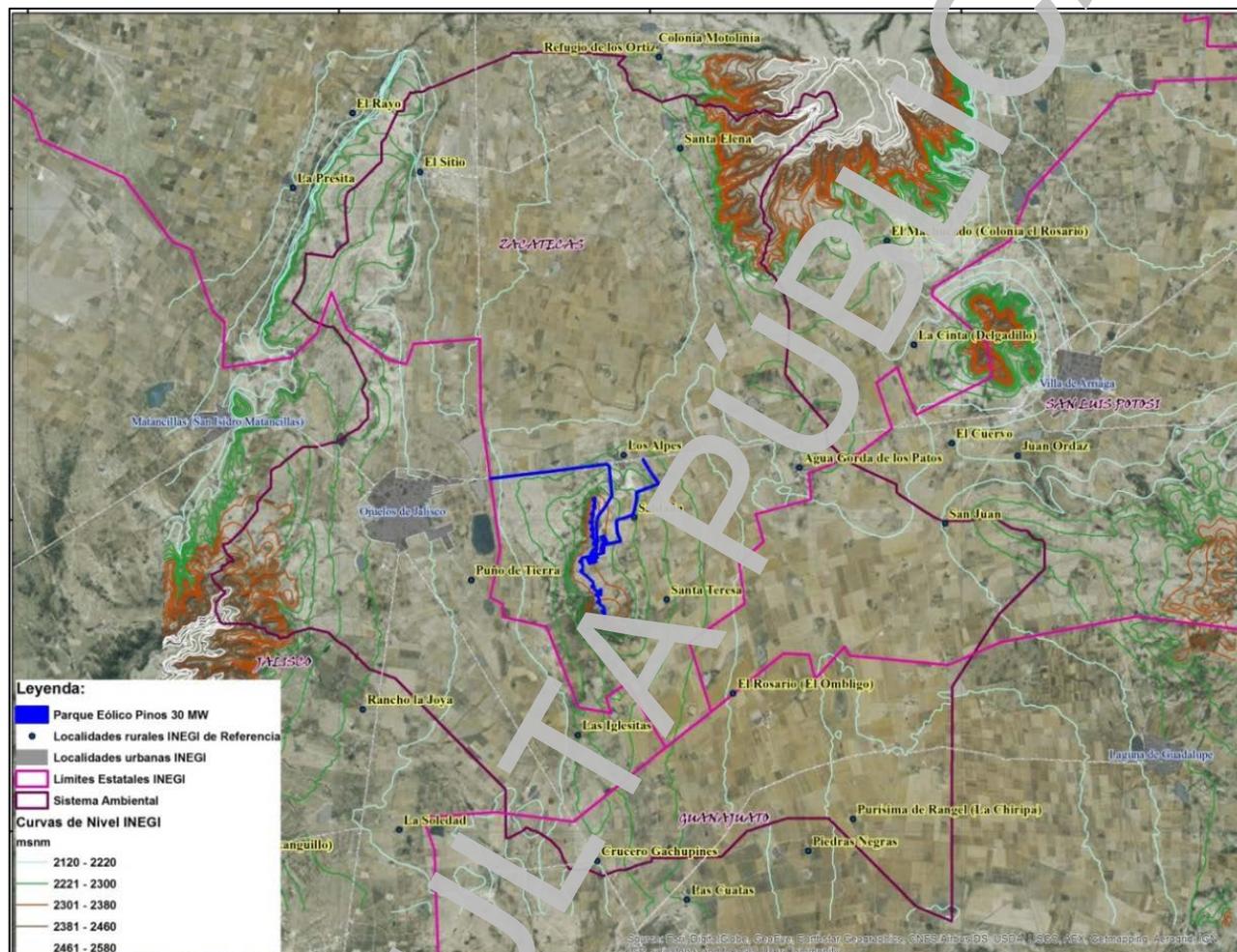


Figura 4.3. Sistema Ambiental y señalamiento de las curvas de nivel utilizadas en conjunto para la delimitación de las nanocuenas

IV.2. Caracterización y análisis del Sistema Ambiental (SA)

IV.2.1. Medio abiótico

IV.2.1.1 Clima

El clima es el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un área de la superficie terrestre, o también, es el conjunto de los valores promedios de las condiciones atmosféricas que caracterizan una región.

Entre los componentes del clima destacan la temperatura, presión atmosférica, humedad, viento y precipitación; por su parte, los factores que lo modifican son la latitud, altitud, el relieve, e incluso las corrientes oceánicas.

Las variables ambientales hacen muy complejo establecer una clasificación de los climas del mundo. México utiliza un sistema de climas basado en la clasificación de Köppen, con las modificaciones que realizó E. García en 1964 para la Comisión de Estudios del Territorio Nacional, y posteriormente para el INEGI en 1980.

Con base en esta clasificación los climas se dividen en seis grandes grupos, basados en los niveles de temperatura y aridez. Para la clasificación se utilizan cuatro grupos o unidades: clima cálido, clima frío, clima seco y clima templado. Los subgrupos de humedad pueden ser clasificados en forma general en húmedo, subhúmedo, semiseco y seco.

De acuerdo a INEGI, en el SA delimitado para el Proyecto se identifican dos tipos de clima según la clasificación climática de Köppen modificada por E. García (1988) para México. El clima dominante es semiárido templado (BS1kw) y en menor proporción el clima subhúmedo se presenta al suroeste de la población de Ojuelos de Jalisco, ello puede observarse de manera gráfica en la Figura 4.4.

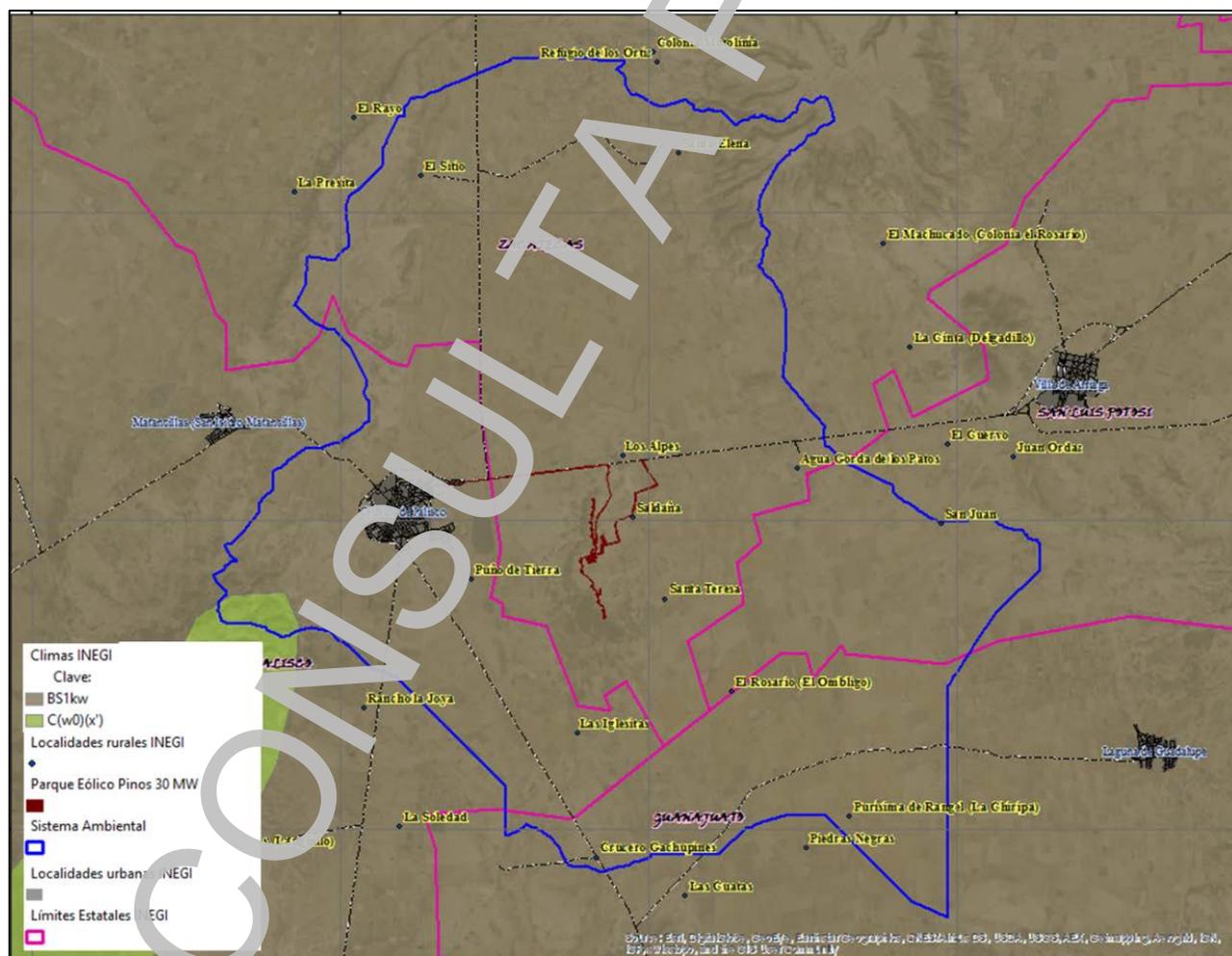


Figura 4.4. Tipo de clima en el SA (INEGI)

Descripción de los tipos de clima

BS1kw

Clima semiárido templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C, con precipitaciones en verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

C(w0)(x')

Clima templado subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente mayor a 10°C. Entre los más secos de los subhúmedos, con un cociente P/T menor de 43.2. Lluvias repartidas a lo largo del año, concentrándose en la mitad caliente del año (Mayo-Octubre).

IV.2.1.2 Temperatura

De manera general la CONABIO divide al territorio mexicano en seis zonas térmicas, mediante la información estadística del periodo 1921-1980 de las 1800 estaciones que componían el sistema de observación climatológica en el país; determinando que el Sistema Ambiental del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30mw* se encuentra en la zona térmica Templada donde la temperatura media anual se estima entre 12°C y 18°C, tal y como se aprecia en la siguiente figura:

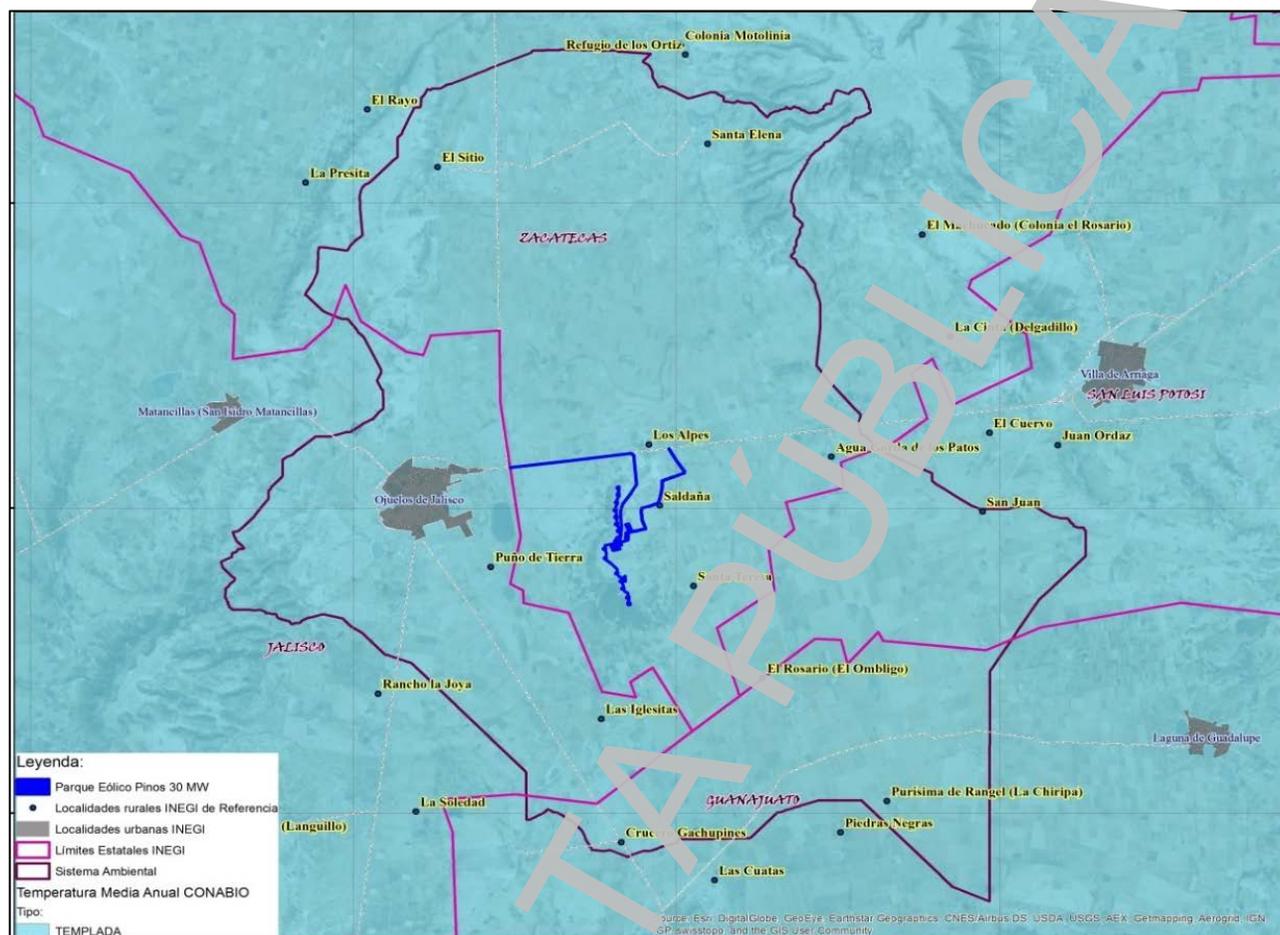


Figura 4.5. Temperatura media anual en el SA, CONABIO

Además de los antecedentes de CONABIO, se consideraron datos estadísticos desde 1951 al 2010 de las diez Estaciones Climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) más cercanas al polígono ambiental delimitado para el Proyecto (Anexo 4.3), esto para conocer el comportamiento climatológico específico en el SA. A continuación, en la Tabla 4.1 se presentan las coordenadas (UTM) de las Estaciones Climatológicas utilizadas para el análisis climático del área de estudio.

Tabla 4.1. Estaciones del Servicio Meteorológico Nacional utilizadas para el análisis climático

No. de registro	Estación Meteorológica	Estado	Zona	X	Y
14179	Ojuelos de Jalisco	Jalisco	14	232026	2420266.954
24100	Villa de Arriaga	SLP	14	253675	2425147.872
11050	Ocampo	Guanajuato	14	243363	2396383.629
32118	Los Campos	Zacatecas	14	205283	2437610.327
1032	Las Fraguas	Aguascalientes	14	201424	2439991.861
32127	Pino Suarez	Zacatecas	14	252509	2447815.134
24078	Santiago	SLP	14	265667	2420565.95
11131	Las Trojes	Guanajuato	14	250501	2385500.956
11063	San Cristóbal	Guanajuato	14	236930	2381223.328

Con la base de datos creada y cargada en el Sistema de Información Geográfica, se utilizó la herramienta de ArcGIS Spatial Analyst para efectuar un análisis y modelado espacial con los datos estadísticos recuperados, realizando una interpolación a ráster a través del método Spline. La interpolación predice valores para las celdas de un ráster a partir de una cantidad limitada de puntos de datos de muestra. La herramienta Spline utiliza un método de interpolación que estima valores usando una función matemática que minimiza la curvatura general de la superficie, lo que resulta en una superficie suave que pasa exactamente por los puntos de entrada.

Temperatura mínima

Una vez elaborado el modelo de temperaturas mínimas (Figura 4.6), podemos observar que dentro del SA se identifican tres rangos de temperatura que inician en los 6.6°C hasta los 9.5°C. El rango de mayor temperatura que va de los 9.1°C a los 9.5°C está localizado en el extremo Este del SA disminuyendo de manera gradual rumbo al Oeste de la misma, hasta llegar al rango mínimo de 6.6°C – 7°C. La superficie del Proyecto se encuentra sobre áreas que presentan rangos de 8.1°C a 8.5°C.

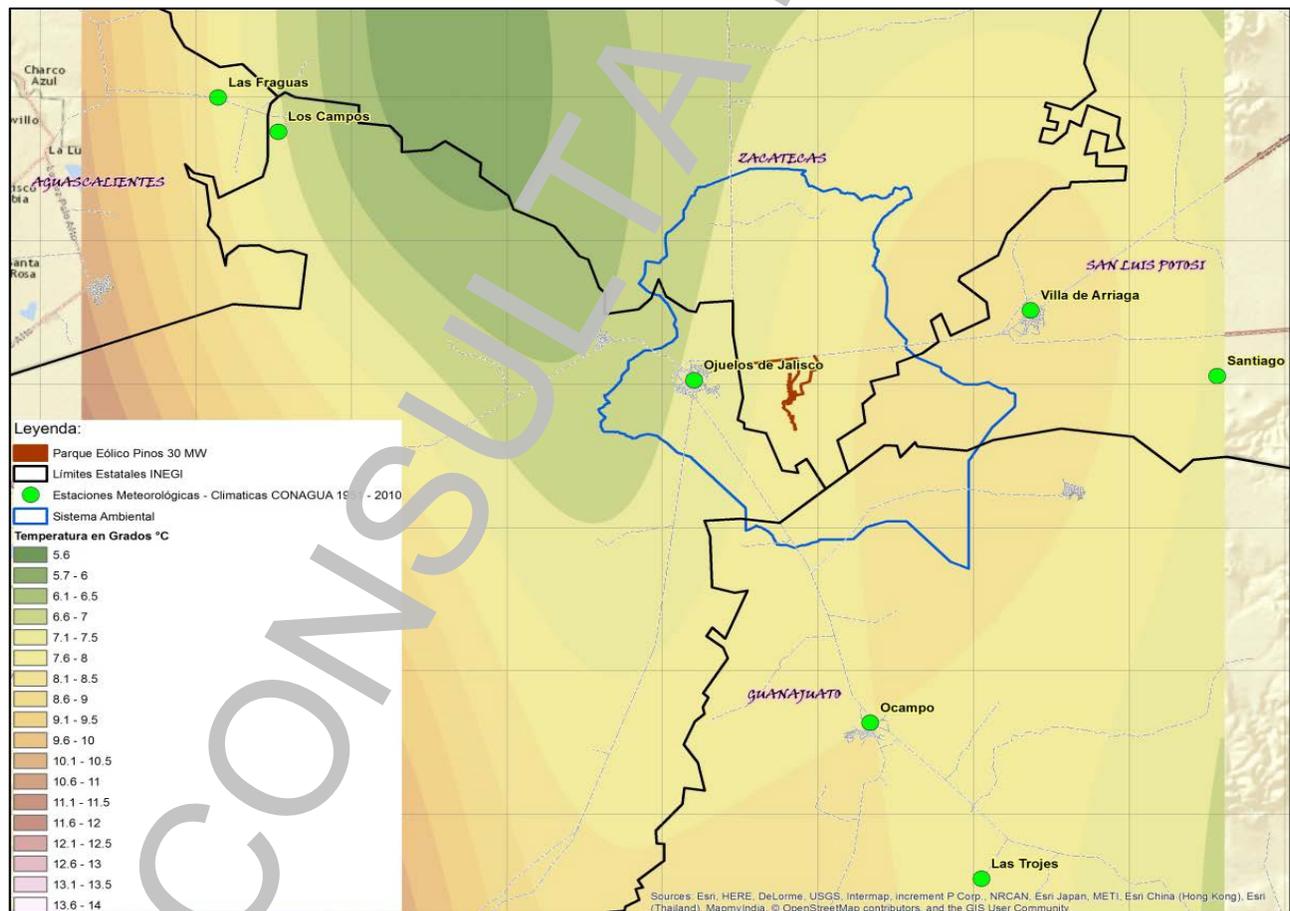


Figura 4.6. Modelo de temperatura mínima en el Sistema Ambiental

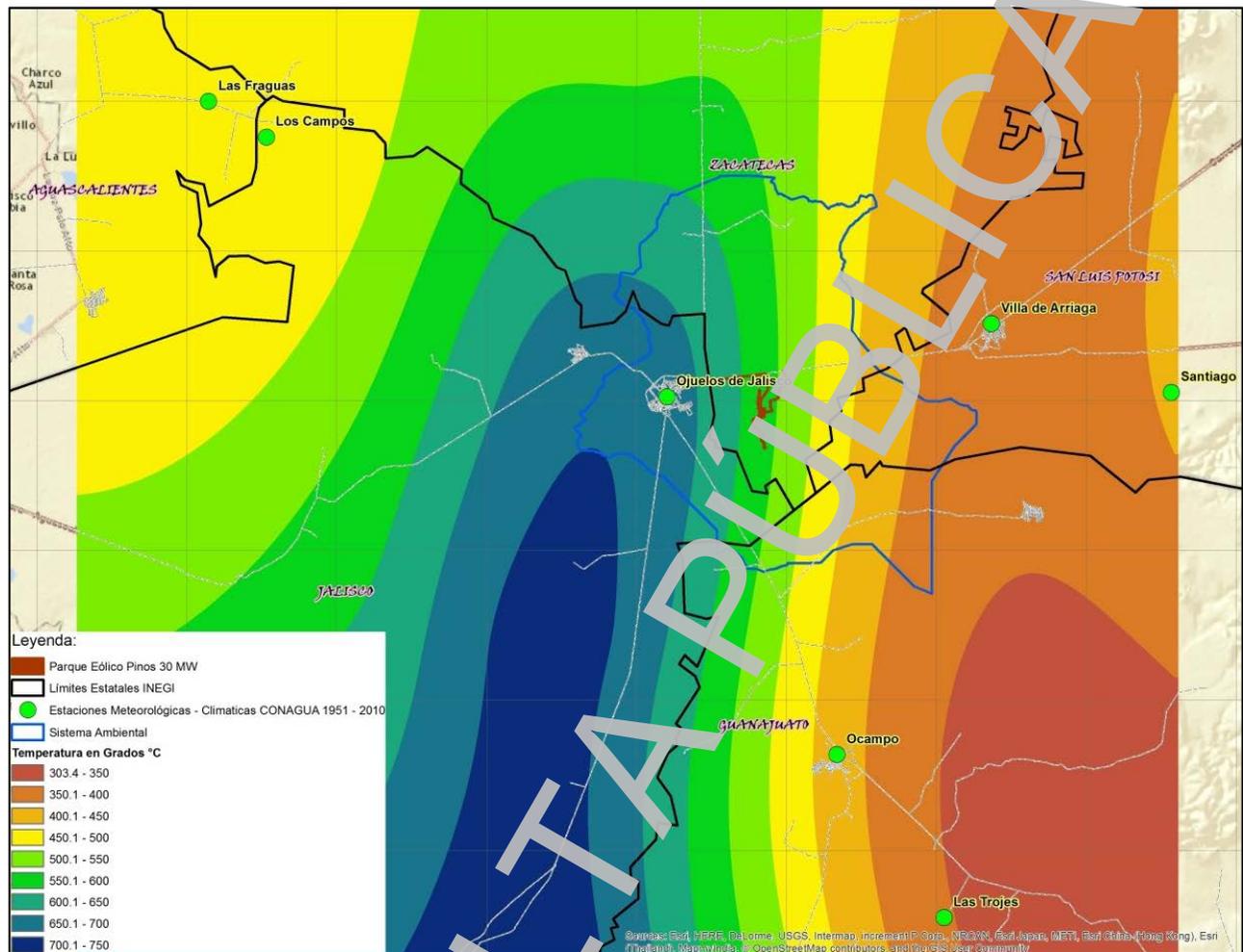


Figura 4.9. Modelo de precipitación en el SA

Nuevamente y al igual que en los datos de temperatura dentro del SA, se realizó una revisión de la información que tiene disponible la CONABIO respecto a la precipitación del SA, concluyéndose que los datos son muy parecidos pues reporta que para el Sistema Ambiental se presenta una precipitación media anual que oscila entre los 400 y 600 mm, tal y como se observa en la Figura 4.10.

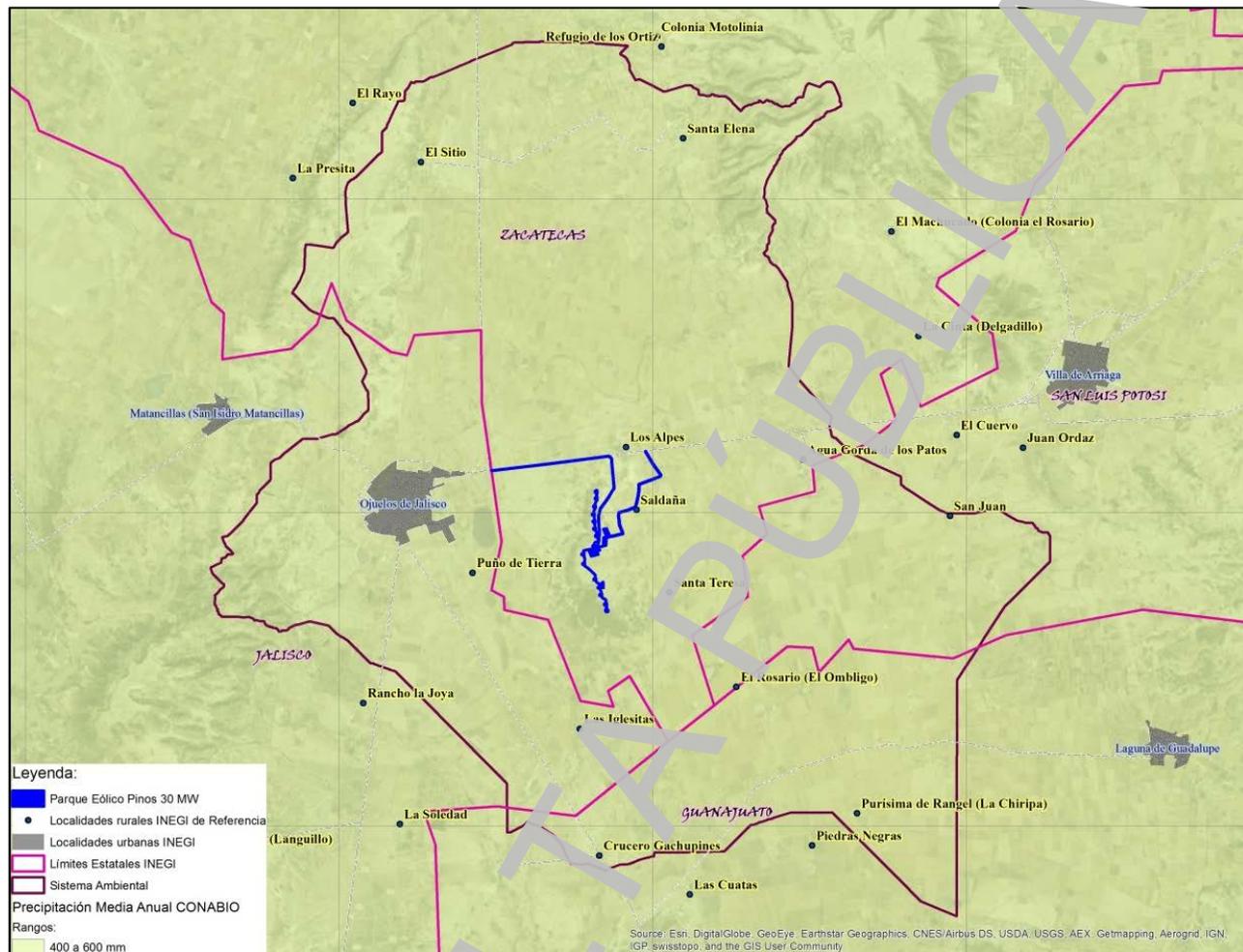


Figura 4.10. Precipitación Media anual dentro del Sistema Ambiental, CONABIO

IV.2.1.4 Riesgos hidrometeorológicos

Según el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) los riesgos hidrometeorológicos se generan por la acción violenta de los agentes atmosféricos. Dichos fenómenos son:

- Ciclones Tropicales (Huracanes)
- Inundaciones
- Tormentas de Granizo
- Heladas y Nevadas
- Tornados
- Viento
- Sequías
- Frente frío

Dada la naturaleza del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30MW*, los fenómenos a tomar en cuenta son los ciclones tropicales, el viento y los tornados.

IV.2.1.4.1 Ciclones Tropicales

En consideración del mapa de grado de riesgo por ciclones tropicales del CFNAPRED, el SA del Proyecto presenta muy bajo riesgo a los ciclones tropicales (Figura 4.11), por lo tanto no es un fenómeno climatológico que deba de tomarse en cuenta para el diseño y operación del Proyecto, ni tampoco para la inclusión de medidas por posible eventualidad.

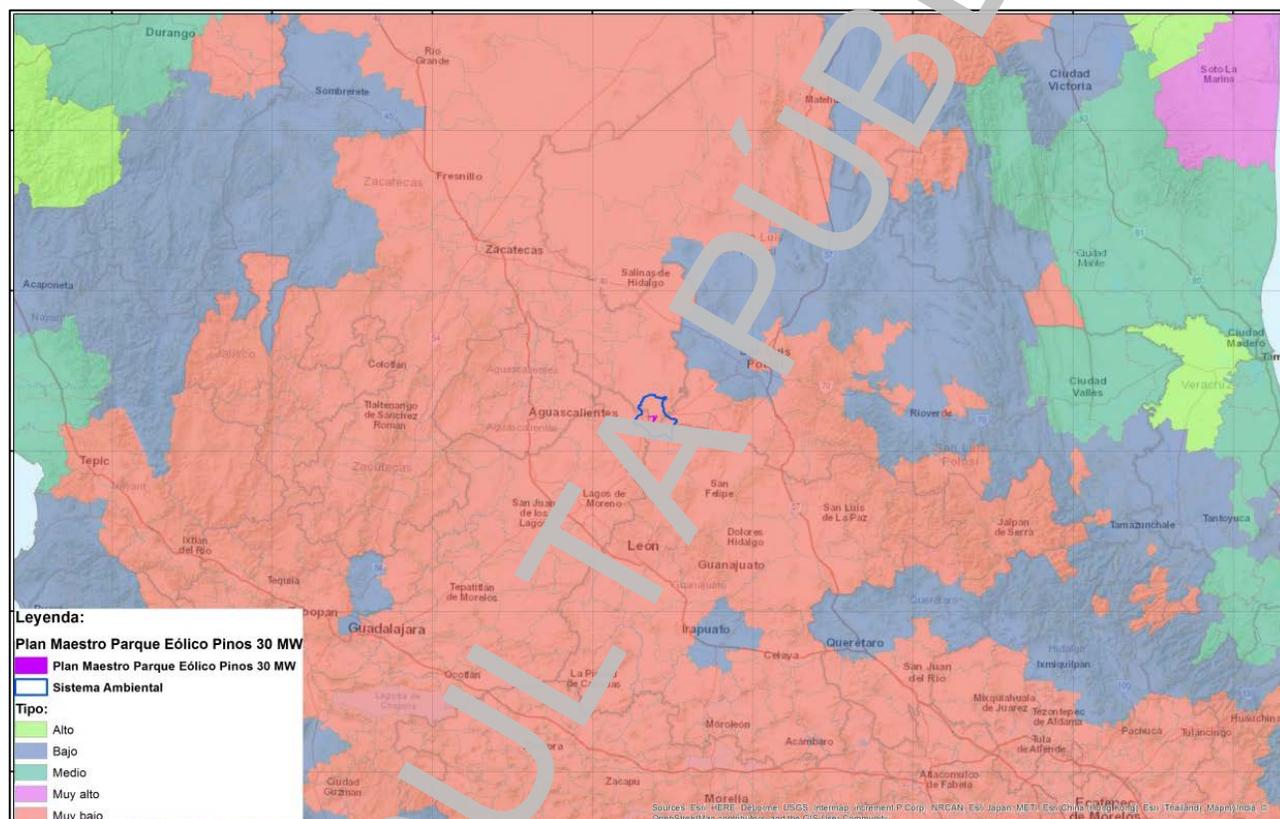


Figura 4.11. Grado de Riesgo por Ciclones Tropicales

IV.2.1.4.2 Vientos

De acuerdo a la zonificación eólica de la Comisión Federal de Electricidad la cual contempla 4 categorías de vientos para la República Mexicana (100-130, 130-160, 160-190 y 190-220 Km/hr) que representan bandas de velocidad máxima de viento que ocurre en promedio una vez cada 50 años; el SA se localiza dentro de un rango moderado, pues los vientos van de 130 y hasta 160 Km/hr. Ello será un factor a tomar en cuenta para el diseño de las estructuras del Proyecto pues es precisamente la fuerza del viento la que posibilitará la operatividad del mismo.

La ubicación del SA dentro de la zonificación eólica realizada por la CFE se presenta a continuación en la Figura 4.12.

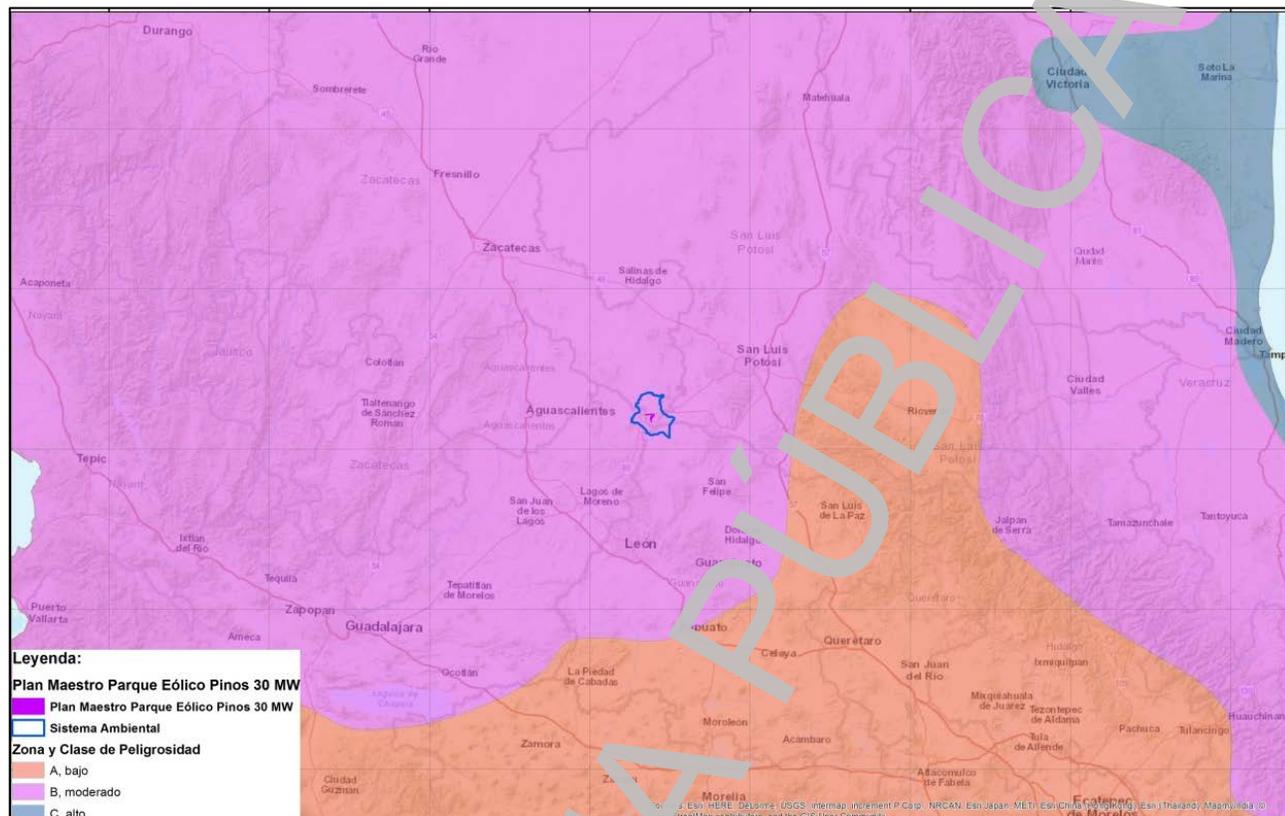


Figura 4.12. Ubicación del SA dentro de la zonificación eólica de la CFE

IV.2.1.4.3 Tornados

En nuestro país se presentan las condiciones meteorológicas necesarias para la formación de los tornados superceldas y no-superceldas (Macías, 2001). En algunos lugares se presentan estacionalmente y en otros esporádicamente. En la actualidad, los registros que se han logrado recabar para conocer la frecuencia e intensidad de estos fenómenos, además de su localización geográfica, son pocos, remitiéndose exclusivamente a una recopilación de información existente entre testimonios históricos en la época de 958-1822, siglo XIX-XX, notas periodísticas 2000-2007 e información popular obtenida en trabajo de campo. Esta distribución de tornados debe de tomarse con las reservas necesarias, ya que no hay una validación en cada uno de los eventos registrados. La presencia del fenómeno se percibe entre los meses de febrero a octubre, siendo abril, junio y agosto los meses con mayor actividad.

Según el mapa de la CENAPRED, en específico el mapa de presencia de tornados en los municipios de México, se observa muy poca presencia del fenómeno tornado en el estado de Zacatecas, presentándose tan solo en los municipios de Fresnillo y Zacatecas. No existen registros de ningún tornado en todo el municipio de Pinos, que es el receptor del presente Proyecto, todo ello puede observarse en la siguiente Figura.

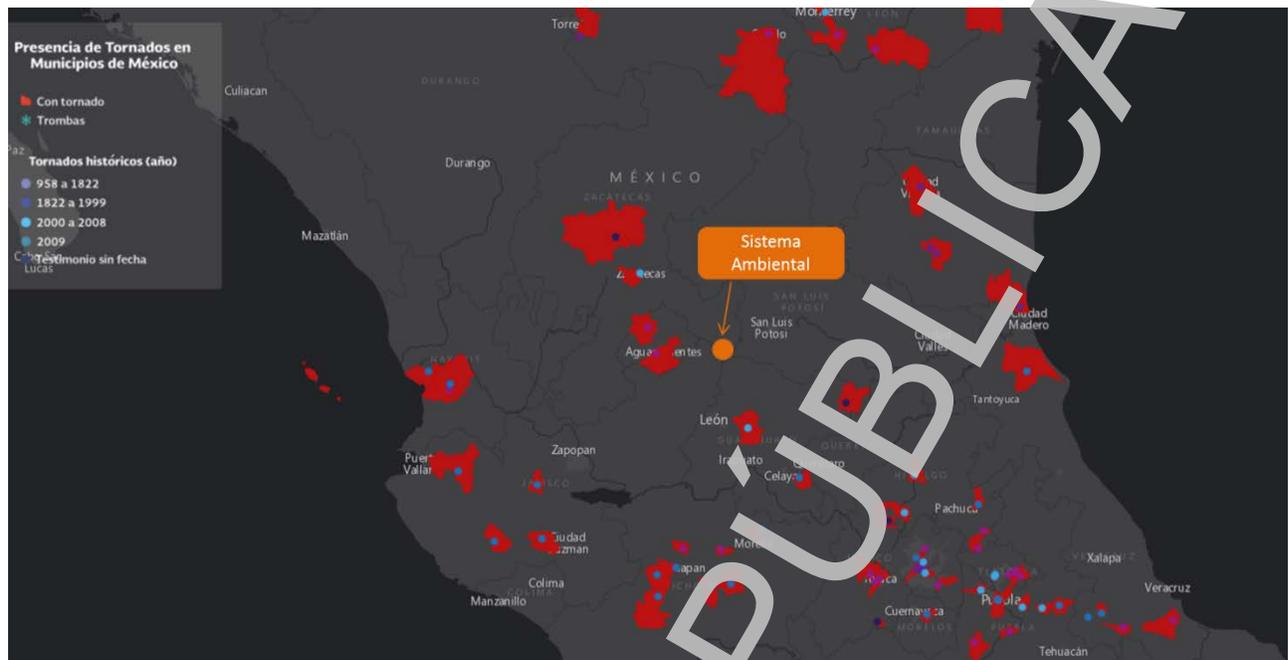


Figura 4.13. Ubicación del SA dentro del plano de Presencia de tornados en municipios de México

Por lo anterior, se concluye que el Proyecto no es propenso a daños por tornados, lo que además se traduce en riesgos extremadamente mínimos a la población aledaña e incluso a los trabajadores del Proyecto.

IV.2.1.5 Geología y geomorfología

IV.2.1.5.1 Geología

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2000), el Proyecto se encuentra localizado en la parte centro-norte del país dentro de la provincia Mesa Central, en una región semidesértica del país. Se le define como una cuenca rodeada por montañas más elevadas, debido a que la Mesa Central colinda al Norte y Este con la provincia de la Sierra Madre Oriental, al Oeste colinda con la Sierra Madre Occidental y al Sur colinda con el Eje Volcánico Transversal.

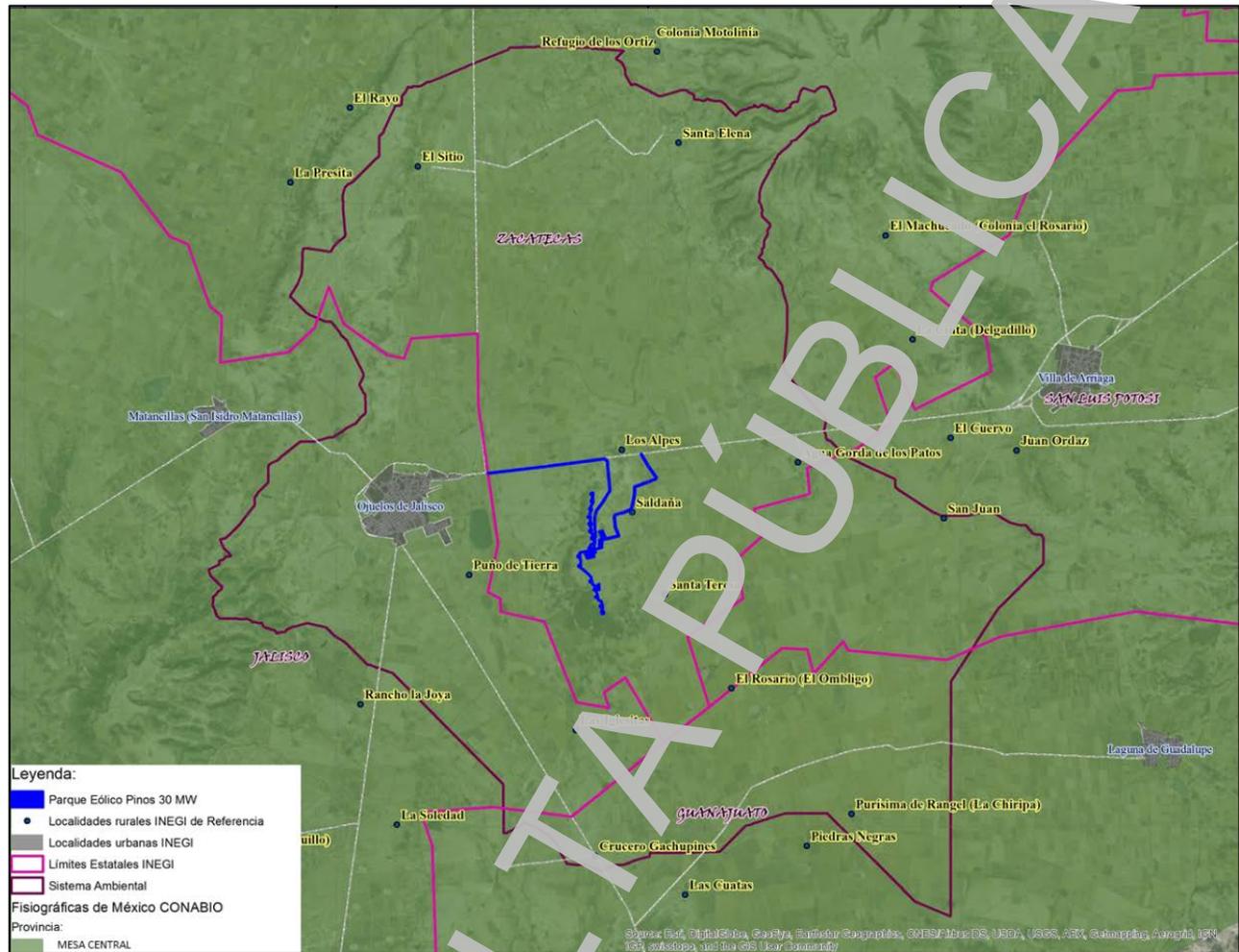


Figura 4.14. Ubicación del S. dentro de las provincias fisiográficas, INEGI

Las rocas más antiguas que afloran en la Mesa Central son facies marinas de edad triásica y delimitan burdamente la zona del margen continental para ese tiempo. Yaciendo sobre esas rocas aparecen distribuidas en toda la Mesa Central rocas continentales de edad jurásica. A partir del Oxfordiano y hasta finales del Cretácico prevalecieron condiciones marinas. Durante ese lapso se depositaron tres conjuntos litológicos muy distintos, hacia el margen oriental se encuentra una secuencia de plataforma, denominada Plataforma Valles-San Luis Potosí que en su mayor parte queda comprendida en la SMO, pero hacia la Mesa Central está representada por facies arrecifales y principalmente de talaud; hacia el centro de la Mesa Central aparecen rocas de cuenca marina que constituyen secuencias potentes de lutita y arenisca calcáreas y culminan con arenisca que contiene clastos de rocas volcánicas, a este conjunto se lo denomina Cuenca Mesozoica del Centro de México. Hacia los límites occidental y sur aparecen conjuntos volcanosedimentarios marinos en los que se reconocen espesores grandes de basaltos almohadillados con componentes sedimentarios que consisten principalmente en lutita, arenisca y caliza; en algunas localidades las lavas y los sedimentos se encuentran intercalados. Todas estas rocas muestran deformación plicativa y fallamiento inverso, los cuales fueron producidos durante la orogenia Laramide. Sobre estos conjuntos litológicos aparecen en contacto por una gran discordancia angular las rocas de edad cenozoica, todas de origen

continental y que hacia la base de la secuencia consisten de conglomerados y rocas volcánicas de composiciones andesíticas a riolíticas.

IV.2.1.5.2 Fallas y Fracturas

En consideración a información de INEGI en formato *shape 1:1000 000*, se presenta una falla geológica de Sur a Norte, al Oeste del SA, la cual nace fuera del polígono ambiental a la altura del Cerro Buena Vista con dirección al Norte hasta la localidad conocida como “El Sitio”, como se observa en la Figura 4.15, la falla se encuentra a aproximadamente 9km del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30mw*.

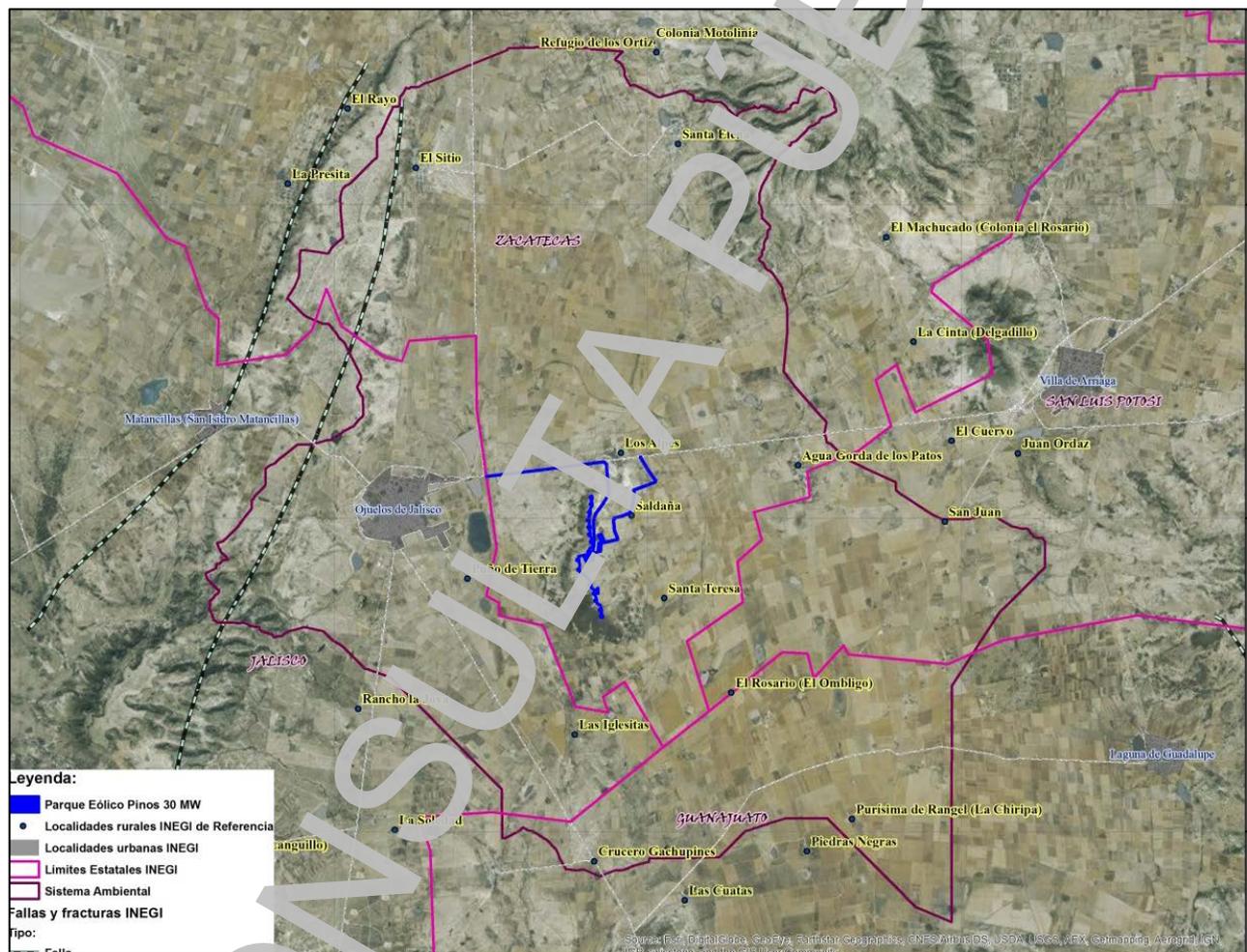


Figura 4.15. Fallas geológicas dentro del Sistema Ambiental

IV.2.1.5.3 Riesgos Geológicos

En consideración a información del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) en formato *shape* con escala 1:1 000 000, se recabó información a considerar en el análisis de las condiciones potenciales de desastres que pudiesen ocurrir en el Sistema Ambiental y con esto considerar e implementar estrategias para evaluar posibles impactos.

La República mexicana se encuentra dividida en cuatro regiones sísmicas, esta zonificación se elaboró para servir de apoyo en el diseño sísmico de estructuras. Esta división se realizó con base en los registros históricos de la frecuencia de sismos y la intensidad de los mismos, los cuales datan de aproximadamente inicios de siglo. Es decir, estas regiones sísmicas reflejan que tan frecuentes son los temblores y cuál es la aceleración máxima del suelo que se espera por la acción de las fuerzas sísmicas.

Para el caso específico del área que ocupa el SA delimitado para el Proyecto *Parque Eólico Pinos 30MW* se determina que este se localiza dentro de una superficie catalogada con bajo peligro de sismicidad o también conocida como zona B, la cual se caracteriza por no presentar sismos de manera frecuente y cuando estos ocurren, no sobrepasa el 70% de la aceleración del suelo. Por lo anterior, no se esperan acontecimientos que pudieran ser limitantes para el desarrollo del Proyecto, aun así el diseño de este deberá contemplar esta información.

IV.2.1.5.4 Características litológicas del área

De acuerdo a los datos vectoriales generados por INEGI (Figura 4.16) se presentan dos tipos de roca en el Sistema Ambiental. El principal y con mayor expresión en la planicie corresponde a Sedimentos del cuaternario reciente (Qs), caracterizado principalmente por depósitos aluviales constituidos por arenas, limos y arcillas, seguidos en menor proporción, por roca ígnea extrusiva acida del terciario superior (TSigea), las cuales se caracterizan por ser ricas en sílice ($\% \text{SiO}_2 > 65 \%$ en peso) y la abundante presencia de minerales félsicos resultando en una tonalidad clara, este tipo de roca se presenta al centro y límites Norte, Sur, Este y Oeste del SA.

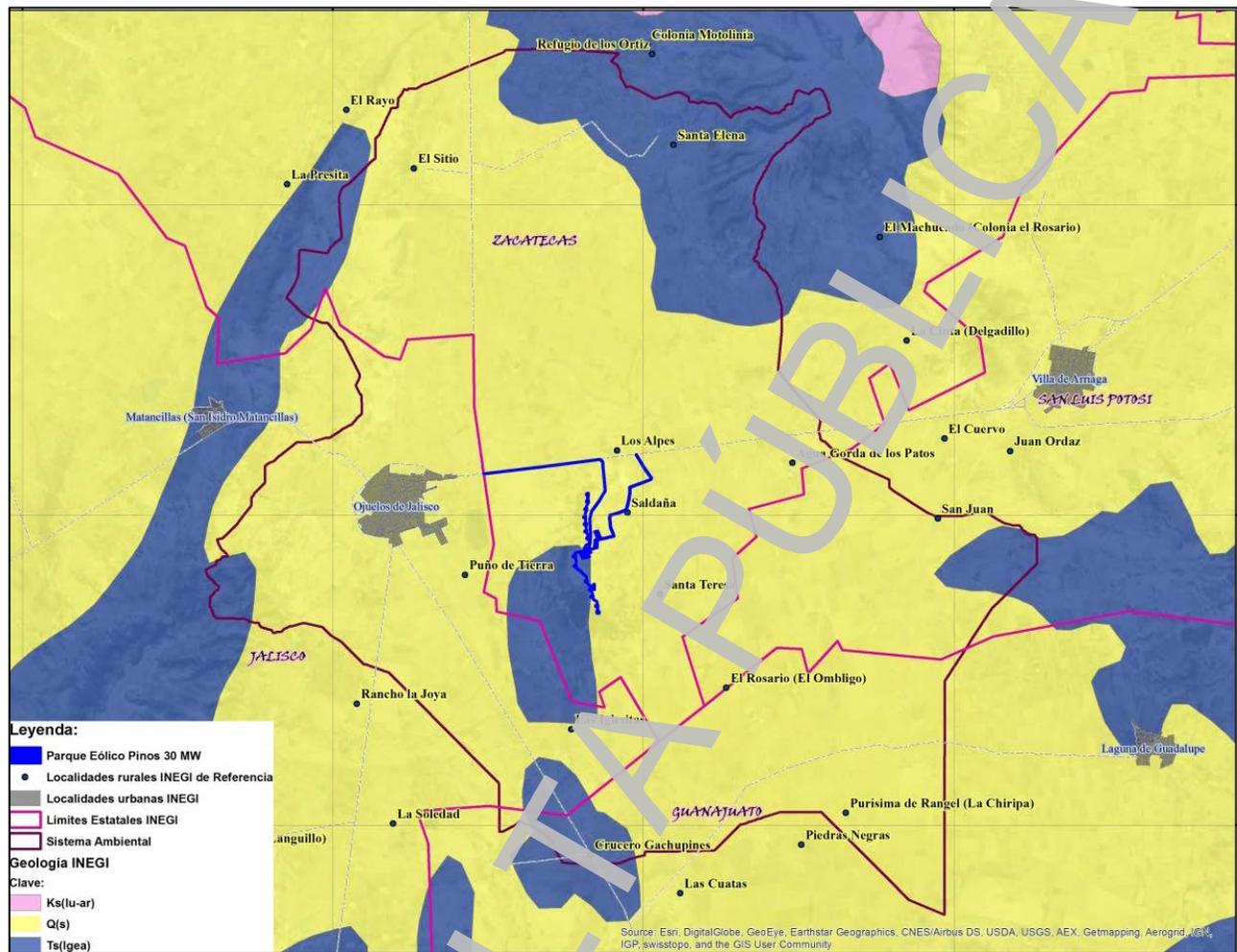


Figura 4.16. Geología dentro del Sistema Ambiental, INEGI

IV.2.1.5.5 Geomorfología

El polígono ambiental en cuestión se encuentra inmerso en la Provincia Mesa Central específicamente en la subprovincia Llanuras de Ojuelos - Aguascalientes. Las topofomas más representativas de esta subprovincia son: llanura desértica, sierra baja con mesetas, lomerío con cañadas, sierra baja y meseta.

Como se muestra en el modelo de relieve del Sistema Ambiental (Figura 4.17), la principal expresión topográfica corresponde a llanura desértica, con algunas sierras bajas al Norte y Oeste representados por los cerros “El Gallo” y “Buena Vista” respectivamente, además, el Proyecto planea establecerse sobre dos cerros continuos con laderas suave, denominadas como cerro “La Alberca” y cerro “La Calabaza”.

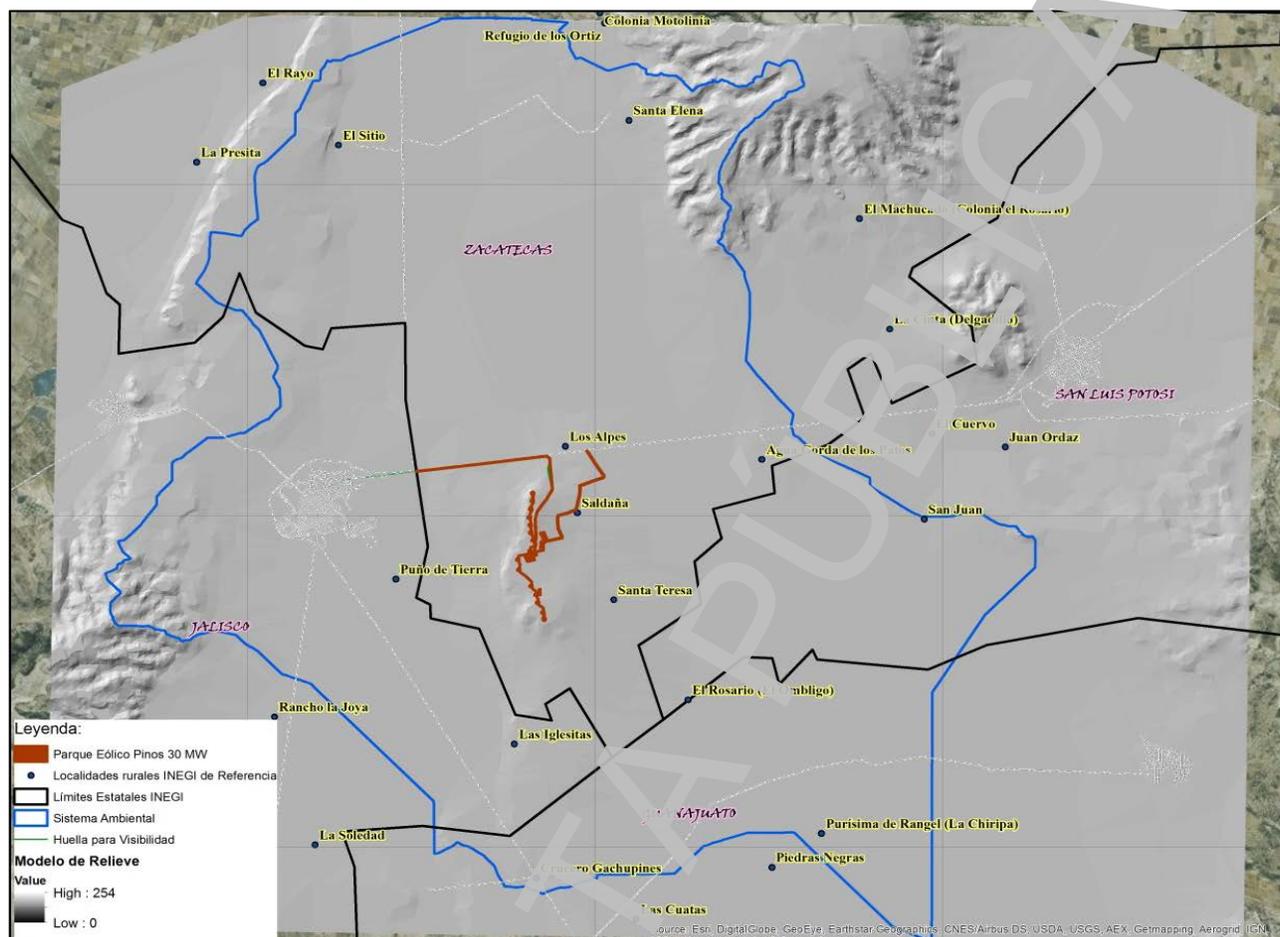


Figura 4.17. Modelo de relieve del Sistema Ambiental

IV.2.1.5.6 Características del relieve

Como se mencionó anteriormente la principal expresión topográfica corresponde a la monótona llanura desértica con una elevación estable de entre 2,150 y 2,250m.s.n.m., de la cual emergen pocas elevaciones como los cerros La Alberca y La Calabaza, mismos que se encuentran al centro del SA y cuentan con una elevación máxima de 2,300m.s.n.m., sin embargo, las mayores elevaciones del polígono ambiental se presentan al Norte (cerro El Gallo) y al Oeste (cerro Buena Vista) con una elevación máxima de 2,500m.s.n.m.

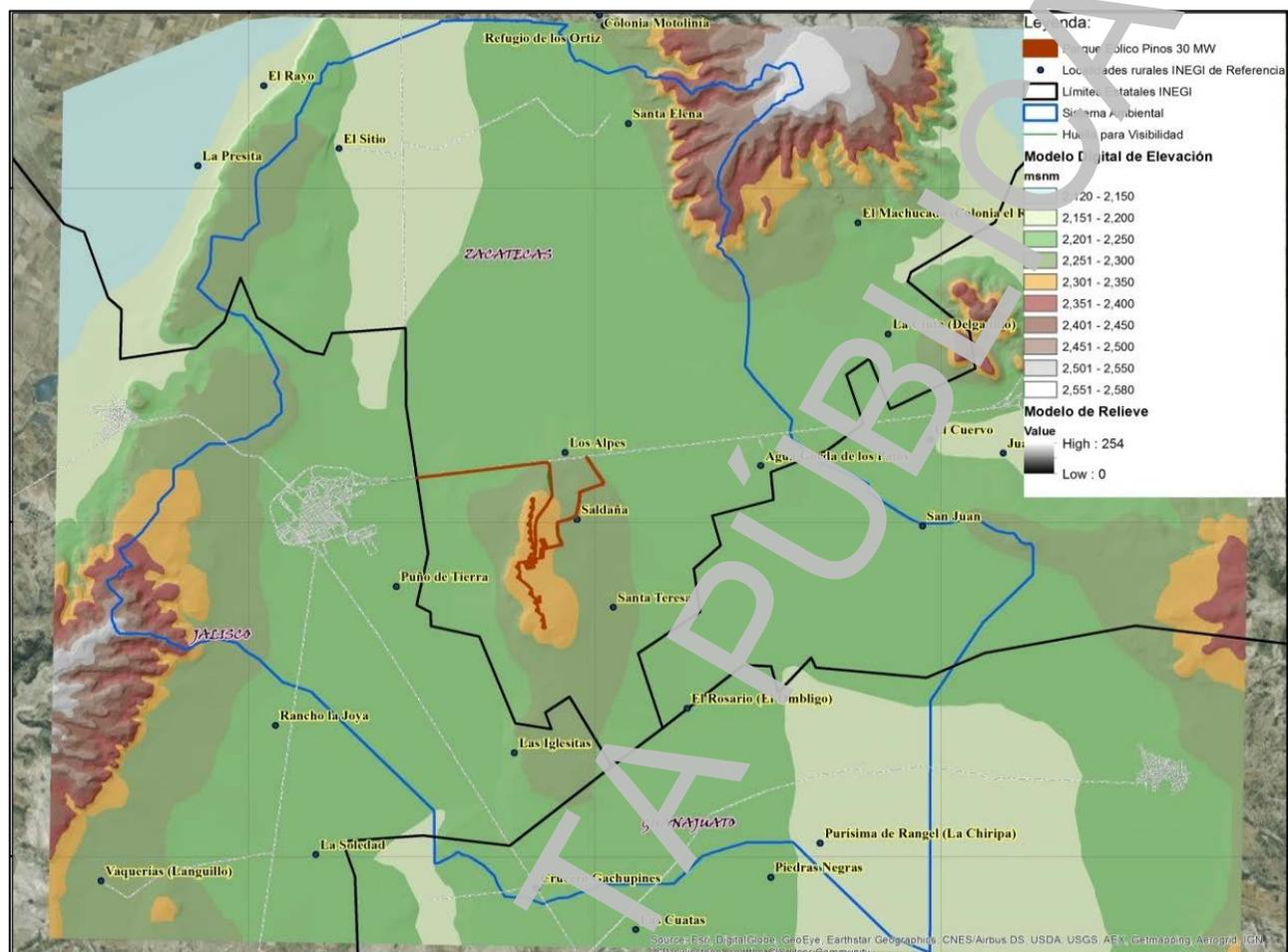


Figura 4.18. Modelo digital de elevación en el Sistema Ambiental

De acuerdo al modelo de pendientes generado para el SA (Figura 4.19) las pendientes del terreno oscilan entre 0° y los 30° de inclinación, permaneciendo estables en la llanura desértica mientras que en las lomas y sistemas montañosos se presentan pendientes que van de los 5° hasta los 30° . En el caso de los cerros La Alberca y La Calabaza presentan pendientes suaves entre 5° y 15° en su cara Este y una pequeña ladera escarpada con pendientes entre 15° y 30° en su cara Oeste.

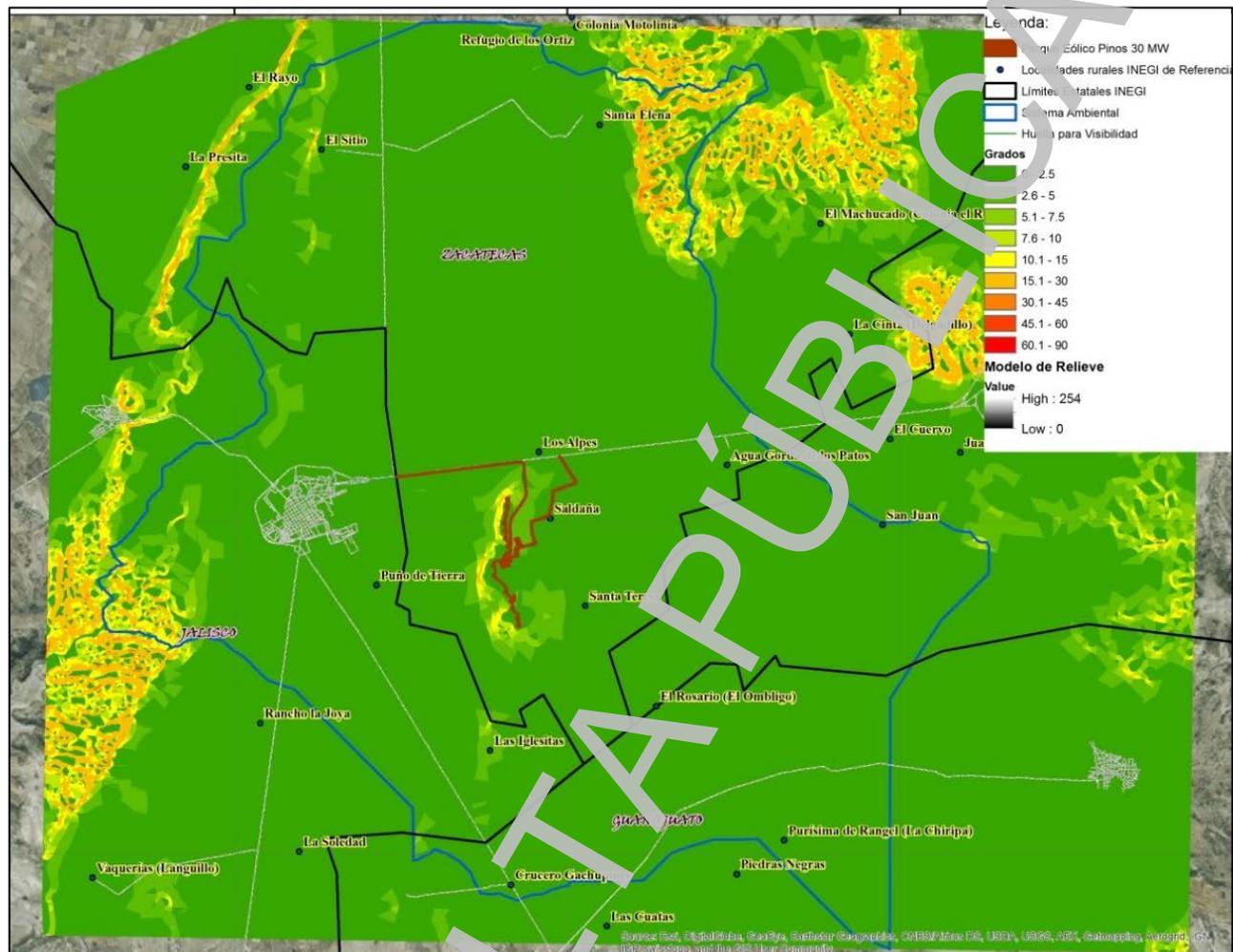


Figura 4.10. Modelo de pendientes

IV.2.1.6 Suelos

IV.2.1.6.1 Introducción

El suelo es un componente de la biosfera no renovable a escala temporal humana, por lo que un correcto uso de los recursos del suelo no solo es vital para el debido funcionamiento de los ecosistemas, sino también para que los suelos puedan desempeñar sus múltiples funciones en la mejora de la productividad biológica, soporte para el crecimiento de la cobertura vegetal, regulación y almacenamiento del flujo hídrico en el medio ambiente, atenuación de los efectos nocivos contaminantes mediante procesos físicos, químicos y biológicos, e incluso la mejora de la salud humana y los usos recreativos y estéticos de los paisajes.

Para determinar los recursos edáficos en el Sistema Ambiental se realizó un análisis detallado de los tipos de suelos que se encuentra en el polígono ambiental, mediante un muestreo en dicha superficie. Para la clasificación de suelos se utilizó como base el sistema WRB 2000 a fin de lograr una mejor definición y clasificación de este recurso, puesto que ayuda a detallar aún más las

características propias de los suelos. El sistema de clasificación de la WRB cuenta con el respaldo científico de la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo (hoy IUSS) y del Centro Internacional de Referencia e Información en Suelos (ISRIC), así como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Dada la importancia que tiene de este recurso para asuntos ambientales, más específicamente en temas de identificación y control de erosión, se consideró la implementación de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (EUPS) para la identificación de sitios en proceso de degradación, dicha información será de gran utilidad en el momento de llevar a cabo medidas de mitigación de impactos al recurso suelo.

IV.2.1.6.2 Metodología para clasificación de suelos

Previo a los trabajos en campo en el área del Sistema Ambiental se realizó trabajo de gabinete, compilando información de interés, tal como Cartografía Ambiental, Carta Edafológica y Ortofotos de INEGI; posteriormente se procedió a establecer el número de puntos de control (muestreos) en función de los tipos de suelo registrados y características topográficas de la zona, con el propósito de extraer las características morfológicas que presentan los suelos de la región, los cuales a su vez, permitirán la clasificación de los mismos y su distribución en el SA.

En edafología el muestreo se efectúa de manera dirigida en aquellos lugares que sean más representativos para los edafopaisajes, pasando de lado los exhaustivos muestreos estadísticos de otras disciplinas.

A continuación se describe la metodología para realizar los puntos de control:

Elección del sitio de muestreo

Consiste en la selección del lugar más adecuado para llevar a cabo la apertura del pozo de estudio edafológico. Algunas consideraciones para la elección del sitio no dependen de la variabilidad edafológica, sino de factores humanos como la accesibilidad, caminos en mal estado, vías obstruidas, zonas de acceso restringidos y permiso de los propietarios de los terrenos, etc.; pues no se efectúa estudio edafológico alguno sin el permiso respectivo.

Preferentemente se evitan lugares alterados, como caminos, terraplenes, depósito de materiales extraños (basura, escombros, jales), cercano a las localidades, etc.

Apertura del pozo

Una vez determinado el sitio de apertura, se delimita el área a excavar. Las proporciones del pozo edafológico deben permitir la observación de la cara principal o perfil del suelo lo mejor posible, la longitud del pozo está sujeta a la profundidad y a la pendiente del terreno.

La profundidad se relaciona con la proximidad a la que se encuentre alguna limitante física como roca, cementación o nivel freático que impida continuar con el excavado. Al respecto, se resalta que, una vez que la pala se ve imposibilitada para seguir penetrando en el subsuelo, se detiene

el proceso y se asume la presencia de una limitante. Para efectos de clasificación en pozos profundos, el sistema de clasificación de suelos empleado por el INEGI requiere una apertura vertical de más de 100 cm. Las paredes del pozo preferentemente deben ser verticales y formar ángulos rectos entre ellas siempre y cuando las condiciones físicas del suelo facilite esta acción.

Esculpido

Con el pozo edafológico terminado se prosigue al esculpido del perfil, actividad que consiste en quitarle a la cara principal del pozo las marcas hechas por la herramienta empleada para la apertura del mismo.

Toma de fotografías

Se tomaron fotografías de cada perfil de suelo o cara representativa además del paisaje adyacente al perfil y una imagen de la superficie del suelo con algún objeto de referencia, así como de algún detalle particular que se requiera resaltar del mismo.

Descripción del perfil de Suelo

Actividad referente al registro de datos sobre lo observado en el perfil de suelo, es decir, recolecta de la descripción morfológica que presente el perfil, describiéndose cada una de las capas u horizontes encontrados en su interior.

Cierre del pozo

Acción encaminada a proteger al suelo de sufrir erosión si se deja descubierto.

IV.2.1.6.3 Descripción de los tipos de suelo en el Sistema Ambiental (características físicas y químicas)

Antes de comenzar con un mayor análisis de los suelos que se han encontrado en el SA, se presentan los tipos de suelos de acuerdo a la clasificación de INEGI serie II con escala 1:250 000. En consideración a dicha clasificación los tipos de suelos que se presentan en el SA son, Durisoles, Leptosoles y Phaeozems.

Durisoles: se ubican en las partes planas o ligeramente inclinadas, dichos suelos presentan una capa dura de sílice secundaria (horizonte petrodúrico) o nódulos de sílice secundaria (horizonte dúrico). La sílice percolada se acumula a mayor profundidad en el perfil, endureciéndose cuando éste se seca.

Leptosoles. los tipos de suelos Leptosoles son suelos someros los cuales se ubican en sitios donde la topografía se presenta fuertemente disectada, dichos suelos se presentan extremadamente gravillosos y/o pedregosos. La profundidad del suelo donde se encuentran los Leptosoles no sobrepasa los 20 cm.

Phaeozems: se ubican en áreas de pastizales relativamente húmedos y regiones forestales en clima moderadamente continental, presenta un horizonte superficial oscuro, rico en humus.

En la siguiente Figura 4.20 se presentan los tipos de suelo en el SA y para un mejor detalle se recomienda ver Anexo 4.4.

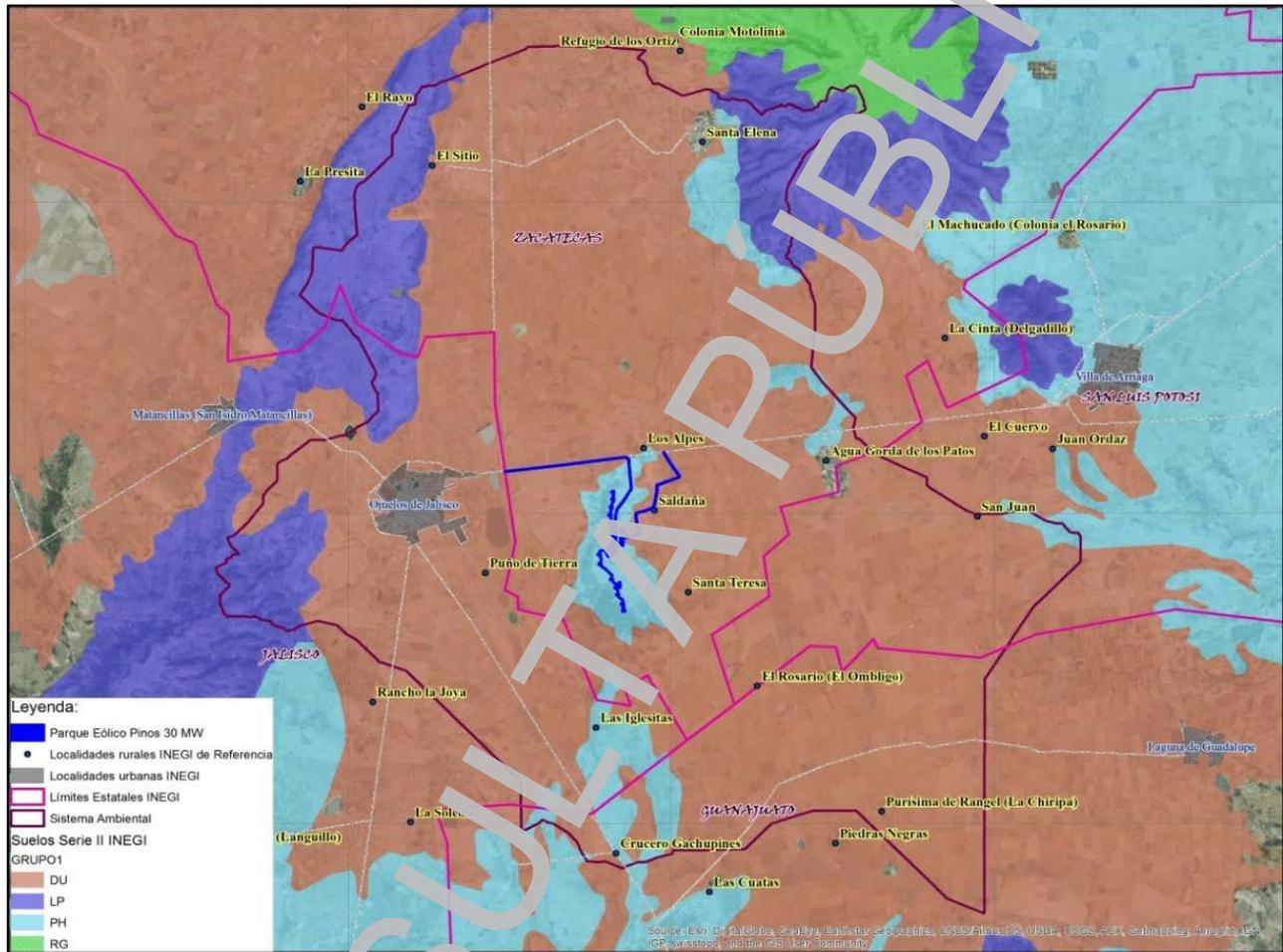


Figura 4.20. Edafología serie II INEGI

A continuación se presenta a mayor detalle el análisis realizado al recurso suelo en la superficie del SA. En la siguiente Tabla 4.2 se presenta los puntos de suelo muestreados y en consideración a la clasificación del sistema WRB 2000 los tipos de suelo que se cataloga en cada sitio.

Tabla 4.2. Punto de muestreo de suelos

ID Punto	Tipo de verificación	Muestras	Clasificación de suelos WRB 2000		Coordenadas UTM WGS 84	
			Clave	Nombre de suelo	X	Y
P1	Pozo a cielo abierto	2	DUupt	Durisol epipétrico	238014	2415973
P2	Pozo a cielo	1	LPlep	Leptosol léptico	238187	2417157

	abierto					
P3	Pozo a cielo abierto	2	Duptp	Durisol epipétrico	237836	2418271
P4	Pozo a cielo abierto	1	LPlép	Leptosol léptico	238458	2420375
P5	Pozo a cielo abierto	2	Duptp	Durisol epipétrico	236223	236223
P6	Muestreo superficial	0	LPLi	Leptosol lítico	242149	2431153
P7	Muestreo superficial	0	LPLi	Leptosol lítico	232194	2428471

De acuerdo al muestreo realizado, en la mayor cantidad de puntos analizados se presenta el tipo de suelo Leptosol, dicho suelo no tiene una profundidad mayor a 20 cm, los cuales se ubican en áreas con pendientes fuertes. Por otro lado, la mayor parte de la superficie del SA ha presentado durante un tiempo prolongado procesos físicos y químicos dando lugar al tipo de suelo denominado Durisol, el cual se caracteriza por la formación de una capa dura.

A continuación, se presenta la descripción de las características físicas y químicas de los suelos, Leptosol y Durisol, los cuales fueron encontrados en el muestreo realizado en el SA. Para mayor información de los perfiles de suelos, ver Anexo 4.5 y Anexo 4.6.

Durisol

Tabla 4.3. Información general del perfil de suelo Punto 1

Perfil N°	1	
Clasificación del perfil WRB	DUptp/2	
Grupo de suelo	Durisol epipétrico textura media	
Coordenadas X	238014	
Coordenadas Y	2415973	
Altitud msnm	2256	

Tabla 4.4 Descripción morfológica del perfil de suelo Punto 1

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-10	Logra diferenciarse de manera clara con respecto a la segunda capa, adoptando una forma irregular en la división entre

		los límites. Presenta reacción nula al ácido clorhídrico (HCl) al 10%, es decir, no contiene carbonatos de calcio (CaCO_3) en su interior, reacción moderada al agua oxigenada (H_2O_2). El horizonte se presenta seco, con estructura migajosa de tamaño muy fina menor a 5 mm, con débil desarrollo. El color en seco 10YR 5/4 color marrón amarillento, en húmedo 7.5 YR 5/2 marrón grisáceo, la consistencia en seco y húmedo es suelta, presenta adhesividad y plasticidad ligera, es de textura franco. Contiene 40 % de materiales gruesos en la matriz del suelo siendo 25% de gravas subangulares (0.2-1.5 cm) y el 15% restante de guijarros (7.5 a 25 cm) subangulares. Frecuentes raíces finas (<2mm) y medias (2-5mm), y escasas raíces gruesas (>5mm). El drenaje interno es clasificado como muy drenado.
B	11-50	Se diferencia de manera clara con respecto a la segunda capa, adoptando una forma irregular en la división entre los límites. Presenta reacción nula al ácido clorhídrico (HCl) al 10%, es decir, no contiene carbonatos de calcio (CaCO_3) en su interior, reacción muy débil al agua oxigenada (H_2O_2). El horizonte se presenta seco, con estructura de bloques subangulares de tamaño media de 10 a 20 mm, con débil desarrollo. El color en seco 10YR 4/4 color marrón amarillento, en húmedo 7.5 YR 4/1 gris oscuro, la consistencia en seco es ligeramente dura y friable en húmedo, presenta adhesividad y plasticidad ligera, es de textura franco. Contiene 40 % de materiales gruesos en la matriz del suelo siendo 25% de gravas subangulares y el 15% restante de guijarros (7.5 a 25 cm) subangulares. Escasas raíces finas (<2mm), medias (2-5mm) y gruesas (>5mm). El drenaje interno es clasificado como muy drenado.
C	>50	Corresponde a una capa endurecida y se clasifica como horizonte C.

Tabla 4.5. Determinaciones del perfil del suelo Punto 1

Análisis de Laboratorio de Suelos	Perfil: Punto 1	Perfil: Punto 1
Parámetro	ID Muestra: P1 HA	ID Muestra: P1 HB
	Horizonte A	Horizonte B
Materia orgánica %	0.96	1.03
Agua Aprovechable %	16	18
Textura		
Arena	44.92	44.92
Limo	41.64	37.64
Arcilla	13.44	17.44
Clase Textural	F	F
Fertilidad		
PH	5.37	6.21
Nitrógeno nítrico ppm	2.057	2.057

Nitrógeno amoniacal ppm	12	12
Fósforo ppm	25	25
Potasio ppm	180	250
Calcio ppm	900	900
Magnesio ppm	50	50
Manganeso ppm	No detectable	No detectable

Leptosol

Tabla 4.6. Información general del perfil de suelo Punto 2

Perfil N°	2	
Clasificación del perfil WRB	LPlep/2	
Grupo de suelo	Leptosol léptico textura media	
Coordenadas X	238187	
Coordenadas Y	2417157	
Altitud msnm	2344	

Tabla 4.7. Descripción morfológica del perfil de suelo Punto 2

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-8	Presenta reacción nula al ácido clorhídrico (HCl) al 10%, es decir, no contiene carbonatos de calcio (CaCO ₃) en su interior, reacción moderada al agua oxigenada (H ₂ O ₂). El horizonte se presenta seco, con estructura granular de tamaño muy fina menor a 5 mm, con débil desarrollo. El color en seco 7.5YR 5/4 marrón, en húmedo 7.5 YR 4/3 marrón, la consistencia en seco y húmedo es suelta, presenta adhesividad y plasticidad ligera, es de textura franco. Contiene 80 % de materiales gruesos en la matriz del suelo, siendo 75% de gravas subangulares (0.2-7.5 cm) y el 5% restante de guijarros (7.5 a 25 cm) subangulares. Abundantes raíces finas (<2mm) y escasas raíces medias (2-5mm) y raíces gruesas (>5mm). El drenaje interno es clasificado como muy drenado.

Tabla 4.8. Determinaciones del perfil del suelo Punto 2

Análisis de Laboratorio de Suelos		Perfil: Punto 2
Parámetro		ID Muestra: P2 HA
		Horizonte A
Materia orgánica	%	1.30
Agua Aprovechable	%	13
Textura		
Arena		58.92
Limo		29.64
Arcilla		11.44
Clase Textural		Fa
Fertilidad		
PH		4.98
Nitrógeno nítrico	ppm	2.057
Nitrógeno amoniacal	ppm	35
Fósforo	ppm	25
Potasio	ppm	250
Calcio	ppm	900
Magnesio	ppm	50
Manganeso	ppm	5

IV.2.1.6.4 Tipos y grado de erosión presentes en el Sistema Ambiental

De acuerdo a información de INEGI en formato *shape* con escala 1:250 000, el tipo de erosión que se presenta con mayor dominancia en el SA es la hídrica la cual se puede presentar en forma laminar, surcos y cárcavas, ver Tabla 4.9. Cabe mencionar que en el SA se encuentran superficies que son clasificadas como “sin erosión evidente”.

Tabla 4.9. Forma y grado de erosión dominante o en asociación

Clave de unidad	Tipo de erosión	Forma de erosión	Grado de erosión	Superficie (Ha) en el SA	Porcentaje (%) en el SA
AH	N/A	N/A	N/A	108.1407	0.25
EO	Eólica	Otros	N/A	6,668.4767	15.85
EO+HC1	Eólica	Otros	N/A	476.1213	1.13
	Hídrica	Cárcava	Leve		
EO+HL1	Eólica	Otros	N/A	590.0516	1.40
	Hídrica	Laminar	Leve		
EO+HS1	Eólica	Otros	N/A	1,404.1497	3.33
	Hídrica	Surcos	Leve		
HC1	Hídrica	Cárcava	Leve	1,599.4623	3.80
HC2	Hídrica	Cárcava	Moderado	528.704051	1.25
HL1	Hídrica	Laminar	Leve	3,798.6989	9.03
HL2	Hídrica	Laminar	Moderado	7,997.6963	19.02
HL3	Hídrica	Laminar	Fuerte	1,006.2321	2.39

HS1	Hídrica	Surcos	Leve	1,163.904463	2.76
HS2	Hídrica	Surcos	Moderada	700.07231	1.66
SE	Sin erosión evidente	N/A	N/A	15,546.2797	36.97
ZU	Zona urbana	N/A	N/A	459.737007	1.09

IV.2.1.6.4.1 Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (EUPS)

Para conocer con mayor detalle el grado de erosión que se presenta en la superficie del Sistema Ambiental se ha aplicado la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS):

$$E = R K L S C P$$

Dónde:

E = erosión del suelo t/ha año

R = erosividad de la lluvia Mj/ha mm/hr

K = erosionabilidad del suelo

LS = longitud y grado de pendiente

C = factor de vegetación

P = factor de prácticas mecánicas

Para utilizar este modelo en forma práctica se utilizarán algunos resultados que se han obtenido de la investigación en México y que ha permitido a nivel nacional hacer un uso adecuado de este modelo predictivo. La erosión potencial (sin vegetación) se estima como:

$$E_p = R K L S$$

Cada uno de los factores utilizados en la EUPS presenta su propia serie de procesos matemáticos y/o selección de datos cuantitativos constantes, para llegar a un resultado parcial que será utilizado en la ecuación universal, por lo que a continuación se desarrolla cada uno de los factores que participan en el cálculo de la pérdida de suelos en el Sistema Ambiental.

Erosividad de la lluvia (R)

La estimación de R se puede realizar conociendo la energía cinética de la lluvia y la velocidad de caída de las gotas de lluvia, utilizando la ecuación de la energía cinética:

$$E_c = mv^2/2$$

Dónde: m es la masa de lluvia y v velocidad de caída de las gotas de lluvia. Considerando lo complejo de hacer esta estimación se propuso que un mejor estimador de la agresividad de la lluvia sería $\sum EI_{30}$ o sea el valor de erosividad de la lluvia (R). Para estimar R se obtiene el valor de energía cinética por evento se estima por evento como $E_c = 0.119 + 0.0873 \log_{10} I$ donde hay que conocer la

intensidad de la lluvia y obtener el Valor de Ec y multiplicarlo por la intensidad máxima de la lluvia en 30 minutos. La suma de estos valores de EI₃₀ en un año da el valor de R.

Este procedimiento es complicado cuando no se cuenta con datos de intensidad de la lluvia, por esta razón se buscó correlacionar los datos de precipitación anual con los valores de R estimados en el país utilizando la información de intensidad de la lluvia disponible (Cortés y Figueroa 1991).

De acuerdo con este procedimiento se elaboraron modelos de regresión donde a partir de datos de precipitación anual (P) se puede estimar el valor de R de la EUPS. Estos modelos de regresión son aplicados para 14 diferentes regiones del país como se muestra en la Figura 4.21.

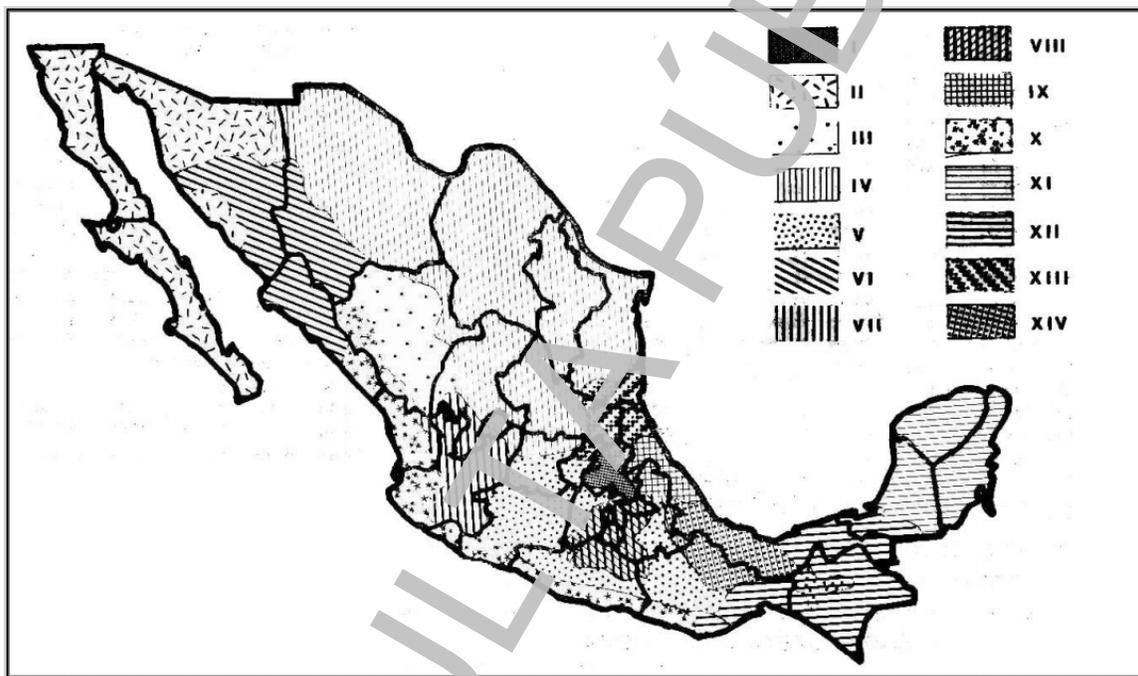


Figura 4.21. Regiones con igual erosividad en la República Mexicana

Tabla 4.10. Ecuaciones para obtener el factor (R)

Región	Ecuación	R ²
I	$R = 1.2078P + 0.002276P^2$	0.92
II	$R = 3.4555P + 0.006470P^2$	0.93
III	$R = 3.6752P - 0.001720P^2$	0.94
IV	$R = 2.8559P + 0.002983P^2$	0.92
V	$R = 3.4880P - 0.00088P^2$	0.94
VI	$R = 6.6847P + 0.001680P^2$	0.90
VII	$R = -0.0334P + 0.006661P^2$	0.98
VIII	$R = 1.9967P + 0.003270P^2$	0.98
IX	$R = 7.0458P - 0.002096P^2$	0.97
X	$R = 6.8938P + 0.000442P^2$	0.95
XI	$R = 3.7745P + 0.004540P^2$	0.98

XII	$R = 2.4619P + 0.006067P^2$	0.96
XIII	$R = 10.7427P - 0.00108P^2$	0.97
XIV	$R = 1.5005P + 0.002640P^2$	0.95

El dato de precipitación se obtuvo de diferentes estaciones climatológicas cercanas al SA, a las cuales se aplicó la ecuación para la obtención del factor “R”, una vez obtenido este valor se aplicó el método de interpolación.

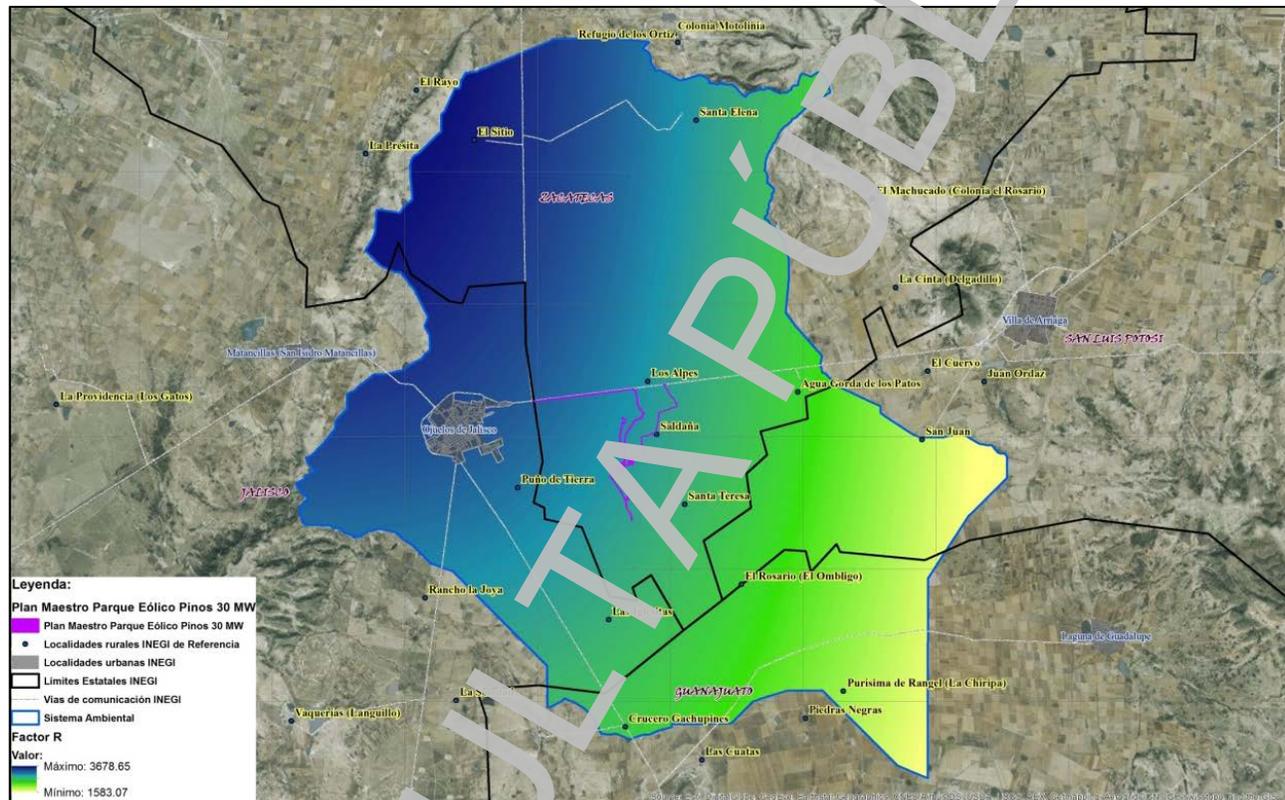


Figura 4.22 Factor R en el Sistema Ambiental

Factor (K)

La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende del tamaño de las partículas del suelo, del contenido de materia orgánica, de la estructura del suelo en especial del tamaño de los agregados y de la permeabilidad.

Su estimación es por medio de fórmulas complicadas, por lo que para condiciones de campo se recomienda el uso de la Tabla 4.11, donde se expone el valor específico para cada tipo de suelo de acuerdo a su textura y contenido de materia orgánica.

Tabla 4.11. Valores de erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de la textura y el contenido de materia orgánica

Textura	% de Materia Orgánica		
	0.0-0.5	0.5-2.0	2.0-4.0
Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa	0.025	0.023	0.019
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.016	0.014	0.010
Arena fina migajosa	0.024	0.020	0.016
Arena migajosa	0.012	0.010	0.008
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.030
Limo	0.060	0.052	0.042
Migajón	0.038	0.034	0.029
Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón arcillo limosa	0.037	0.032	0.026
Migajón arcillosa	0.028	0.025	0.021
Migajón arenosa	0.027	0.024	0.019
Migajón arenosa fina	0.035	0.030	0.024
Migajón arenosa muy fina	0.047	0.041	0.033
Migajón limosa	0.048	0.042	0.033
Arcilla	0.013-.029		

Para conocer la distribución espacial de factor “K” en el SA, se realizaron visitas al sitio y se tomaron muestras de suelo las cuales se enviaron a Laboratorio, para detallar más en la información se consideró información de INEGI con escala 1:250 000. A continuación se presenta la interpolación de los datos arrojados de las muestras analizadas (Materia orgánica, Arena, Limo y Arcilla).

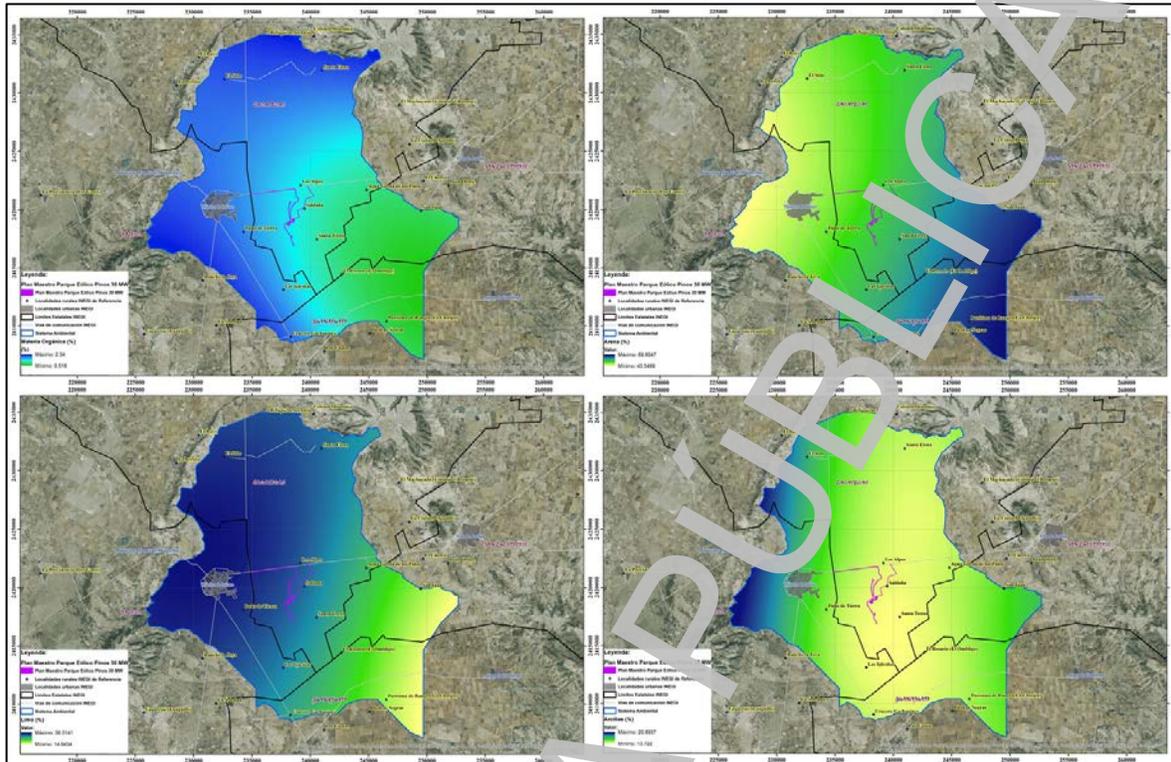


Figura 4.23. Interpolación de los datos arrojados de las muestras analizadas (Materia orgánica, Arena, Limo y Arcilla).

Al conocer la materia orgánica y textura de los puntos muestreados, se estimó el valor “K” y posteriormente se interpolaron los datos obteniendo la erosionabilidad del suelo en el SA.

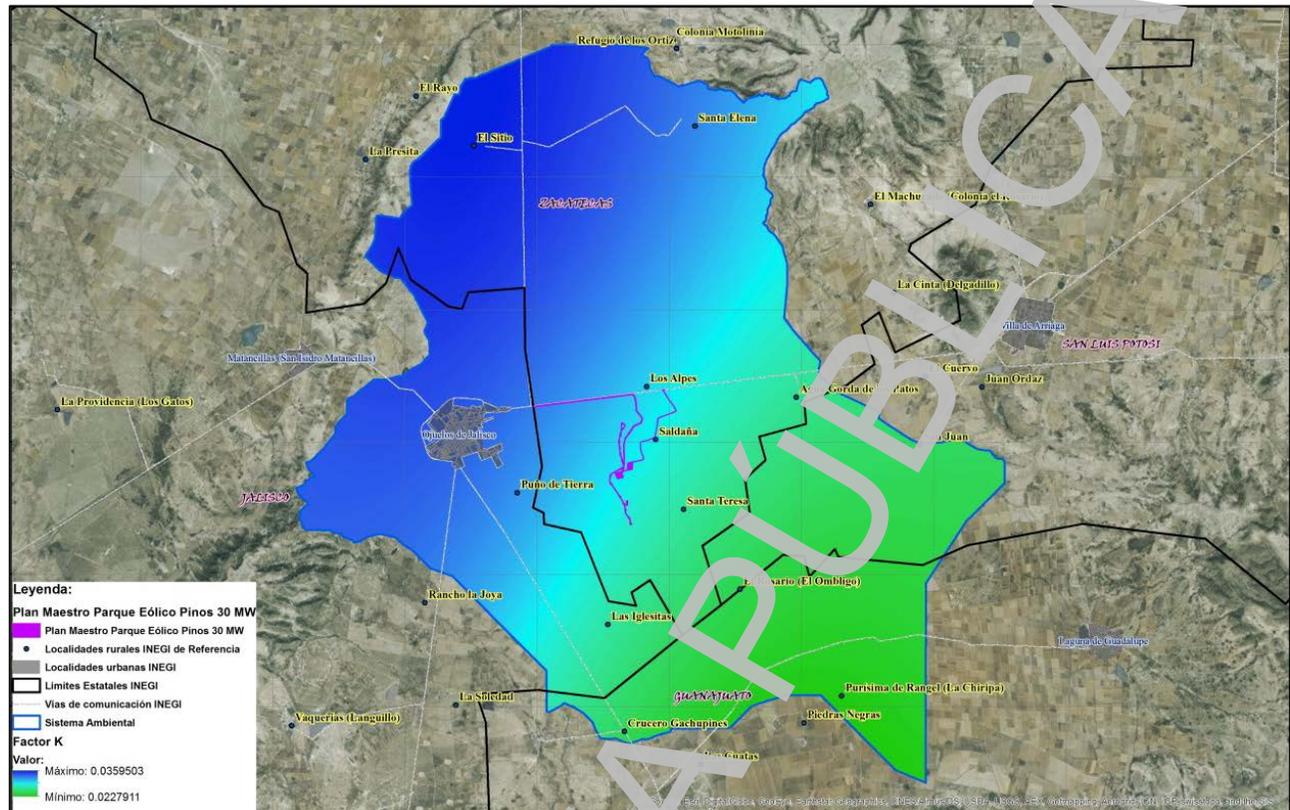


Figura 4.24. Distribución espacial del Factor K en el Sistema Ambiental

Factor de longitud – inclinación “LS”

El efecto de la topografía en la erosión de suelos en la EUPS tiene dos componentes; el factor de longitud de la pendiente (L) y el factor de inclinación de la pendiente (S).

El factor (L): Donde λ es la longitud de la pendiente, m es el exponente de la longitud de la pendiente y β es el ángulo de la pendiente. La longitud de la pendiente se define como la distancia horizontal desde donde se origina el flujo superficial al punto donde comienza la deposición o donde la escorrentía fluye a un canal definido.

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13} \right)^m \quad m = \frac{F}{(1 + F)} \quad F = \frac{\sin\beta/0.0896}{3(\sin\beta)^{0.8} + .056}$$

El factor (L) con el área de drenaje aportadora:

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

Donde $A_{(i,j)}$ (m) es el área aportadora unitaria a la entrada de un pixel (celda), D es el pixel y x es el factor de corrección de forma.

El factor (S): El ángulo β se toma como el ángulo medio a todos los subgrados en la dirección de mayor pendiente.

$$S_{(i,j)} = \begin{cases} 10.38\sin\beta + 0.03 & \tan\beta_{(i,j)} < 0.09 \\ 16.8\sin\beta - 0.5 & \tan\beta_{(i,j)} \geq 0.09 \end{cases}$$

A partir de las formulas anteriormente mencionadas y aplicadas a información topográfica del SA se genera el siguiente mapa del factor LS.

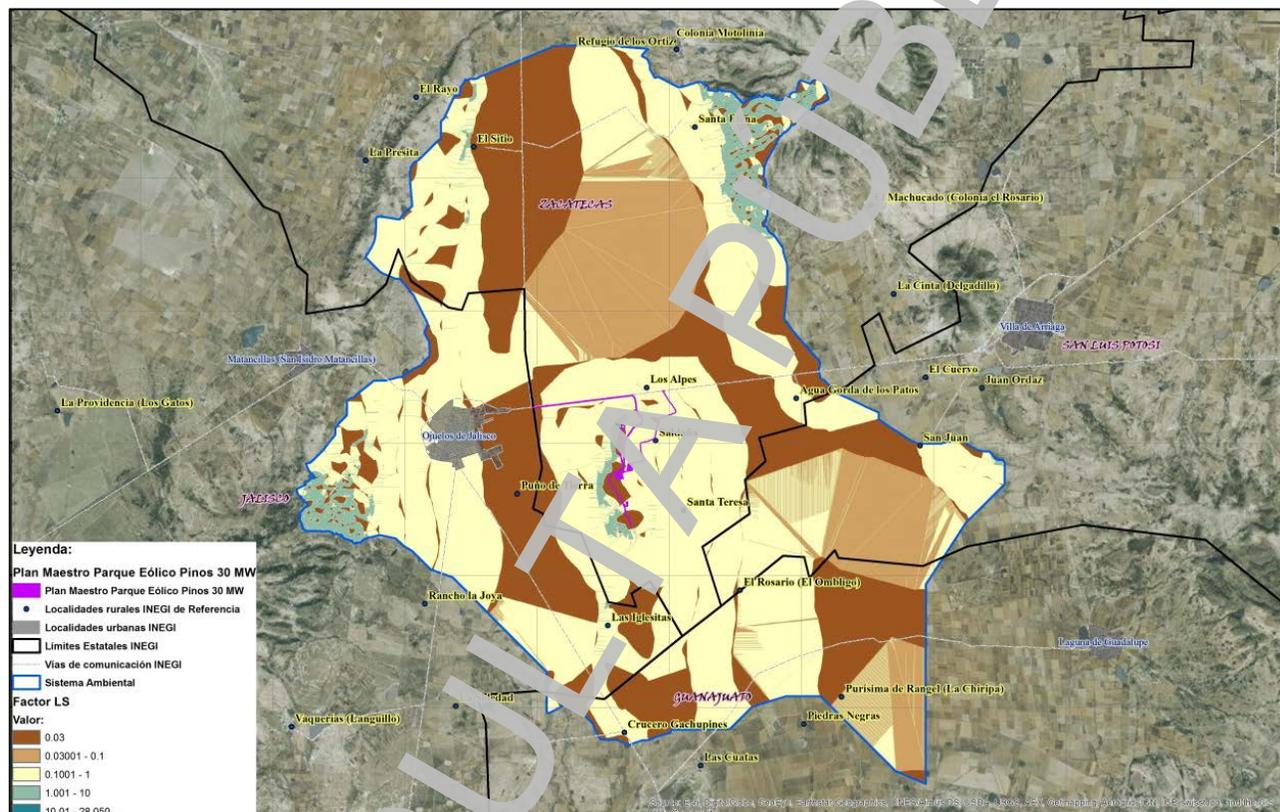


Figura 4.25. Factor LS en el Sistema Ambiental

Estimación de la Erosión Potencial

La erosión potencial es el pronóstico de pérdida de material en un suelo como consecuencia de la influencia del relieve. Supone el territorio desprovisto de cubierta vegetal protectora homogénea. Al conocer los factores (R, K y LS) se calcula la erosión potencial en el SA (Figura 4.26).

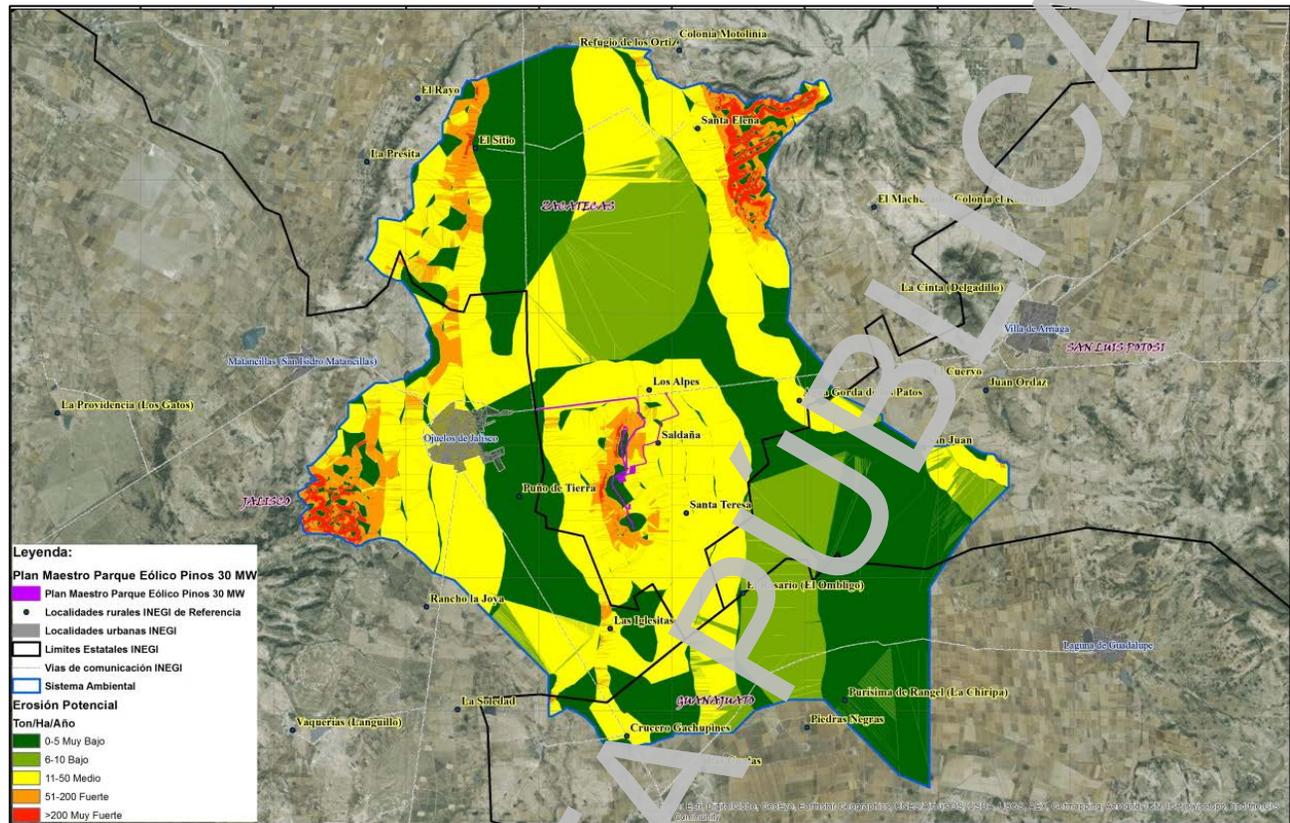


Figura 4.26. Erosión potencial en el Sistema Ambiental

Estimación de la Erosión Actual

Para estimar la erosión anual es necesario determinar la protección del suelo que le ofrece la cubierta vegetal y la resistencia que oponen las prácticas mecánicas para reducir la erosión de tal forma que si le incluimos los factores C y P entonces se puede estimar la erosión actual.

Factor por la cubierta vegetal (C)

El factor de manejo de cultivos representa la relación de pérdida del suelo a partir de una condición específica de cultivo o cobertura. Para conocer el factor “C” que se presenta en la superficie del SA se consultó la siguiente Figura 4.27.

Cubierta de copas		% cubierta (3)	Tipo (4)	Cubierta en contacto con el suelo Porcentaje suelo cubierto					
Tipo y altura (2)	0			20	40	60	80	+85	
No apreciable.	G			0,45	0,20	0,10	0,042	0,013	0,003
	W			0,45	0,24	0,15	0,091	0,043	0,011
Herbáceas altas o matorral bajo, con altura media de caída de la gota de lluvia 0,5 m.	25	G		0,36	0,17	0,09	0,032	0,012	0,003
		W		0,36	0,20	0,13	0,085	0,041	0,011
	50	G		0,26	0,13	0,07	0,035	0,012	0,003
		W		0,26	0,16	0,11	0,076	0,039	0,011
	75	G		0,17	0,10	0,06	0,032	0,011	0,003
		W		0,17	0,12	0,09	0,065	0,038	0,011
Apreciable cubierta de matorral y arbustos con una altura media de caída de la gota de lluvia de 2 m.	25	G		0,40	0,18	0,09	0,030	0,013	0,003
		W		0,40	0,22	0,14	0,077	0,042	0,011
	50	G		0,34	0,16	0,08	0,038	0,012	0,003
		W		0,34	0,19	0,13	0,082	0,041	0,011
	75	G		0,28	0,14	0,08	0,036	0,012	0,003
		W		0,28	0,17	0,11	0,078	0,040	0,011
Arboles, pero sin cubierta apreciable de matorral. Altura media de caída de la gota de lluvia de 4-5 m.	25	G		0,42	0,19	0,10	0,041	0,013	0,003
		W		0,42	0,23	0,14	0,089	0,042	0,011
	50	G		0,39	0,18	0,09	0,040	0,013	0,003
		W		0,39	0,21	0,14	0,087	0,042	0,011
	75	G		0,36	0,17	0,09	0,039	0,012	0,003
		W		0,36	0,20	0,13	0,084	0,041	0,011

(1) Los valores de C asumen que la vegetación presenta una distribución aleatoria sobre el suelo.
(2) La altura de copas se mide como altura media de caída de las gotas de lluvia desde la parte superior de la vegetación. El efecto de las copas es inversamente proporcional a dicha altura media de caída de las gotas de lluvia, siendo nulo si ésta es mayor de 10 m.
(3) Porción de superficie que quedaría oculta por las copas en una proyección vertical.
(4) G: Cubierta sobre el suelo de césped o similares, restos vegetales en descomposición, humus de al menos 5 cm de espesor.
W: Cubierta sobre el suelo de herbáceas de hoja ancha, con escasa extensión lateral de su sistema radical, o residuos vegetales sin descomponer.

Figura 4.27. Valores de "C" Wischmeier y Smith, 1979

A continuación se presenta el factor "C" el cual varía de 0.001 a 1, esto en relación a la cobertura vegetal y tipo de uso de suelo presente en el SA.

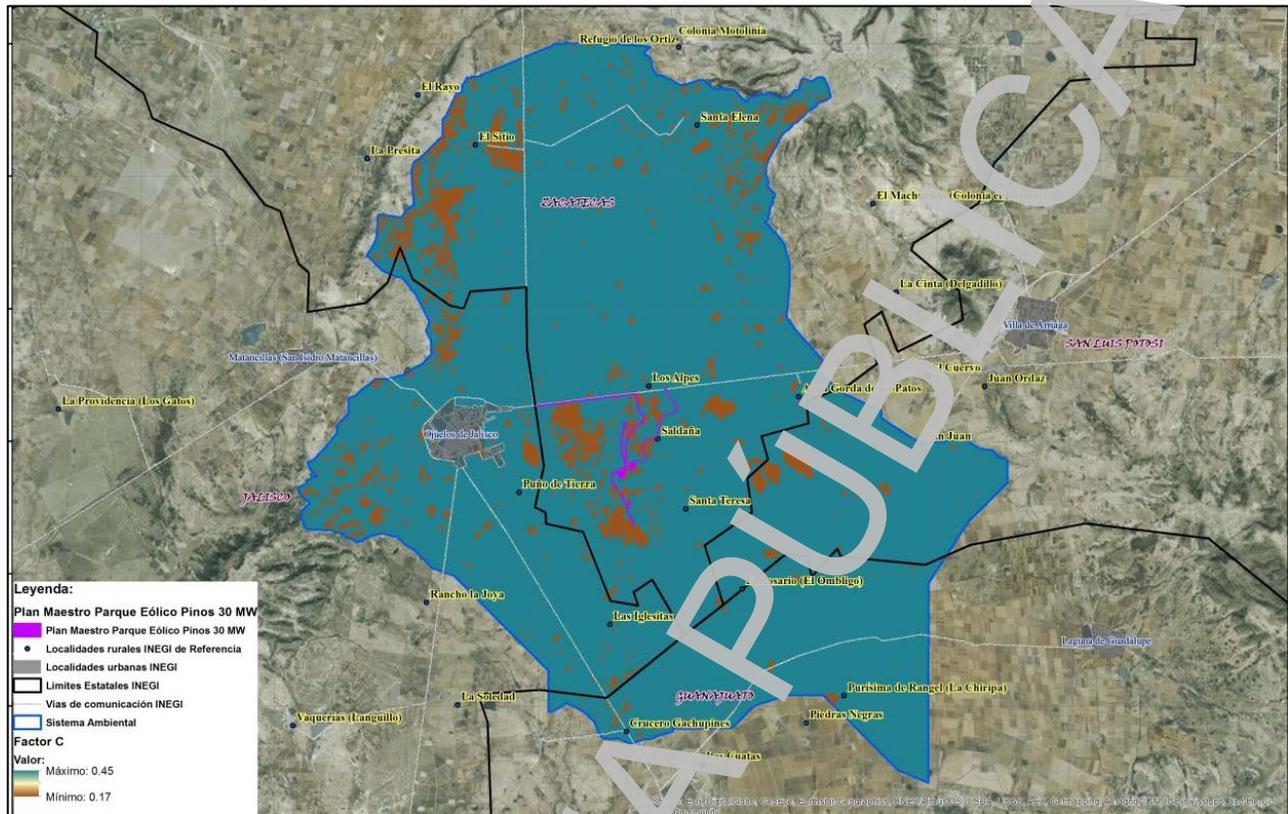


Figura 4.28. Factor C en el Sistema Ambiental

Factor por prácticas de conservación (P)

Como última alternativa para reducir la erosión de los suelos se tiene el uso de las prácticas de conservación de suelos para que se puedan alcanzar las pérdidas de suelo máximas permisibles.

El factor (P) se estima comparando las pérdidas de suelo de un lote con prácticas de conservación y un lote desnudo y el valor que se obtiene varía de 0 a 1. Si el valor de P es cercano a 0, entonces hay una gran eficiencia en la obra o práctica seleccionada y si el valor es cercano a 1, entonces la eficiencia de la obra es muy baja para reducir la erosión.

Factor P: Igual a 1, ya que no se identificó medida alguna en la superficie del Sistema Ambiental.

Erosión actual

Sustituyendo todos los valores en la formula EUPS podemos obtener la pérdida de suelo con cobertura forestal, ver Figura 4.29.

$$E = R \times K \times LS \times C \times P$$

Como se puede observar en la siguiente Figura 4.29 y en plano Anexo 4.1, la mayor parte de la superficie del SA presenta un grado de erosión bajo y muy bajo, es decir, el grado de erosión no es mayor a 10 toneladas por hectárea por año. Por otro lado, los sitios que se presentan con erosión moderada o fuerte son aquellos con alto grado de pendiente y baja cobertura vegetal.

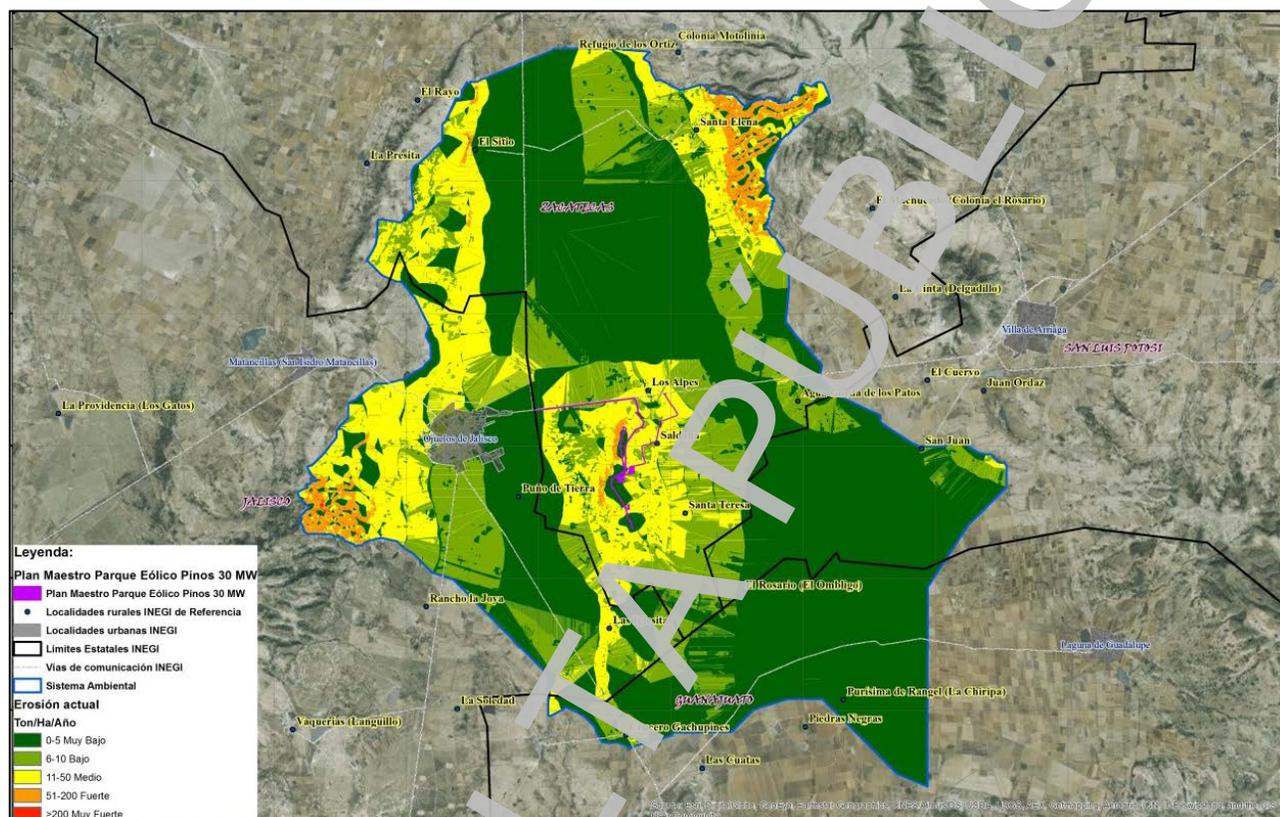


Figura 4.29. Erosión actual en el Sistema Ambiental

IV.2.1.6.4.2 Degradación del suelo y las causas que la originan

En consideración de la información de INEGI, los tipos de degradación que se presenta en la superficie del SA (ver Tabla 4.12) son: degradación química por polución, erosión hídrica con pérdida del suelo superficial y erosión eólica con pérdida del suelo superficial por acción del viento; siendo las principales causas que lo provocan: actividades agrícolas/deforestación y remoción de la vegetación. Cabe mencionar que 1,722.82 ha (4.09%) de la superficie del SA no presenta algún tipo de degradación, ver Figura 4.30, también es posible observarlo en el Anexo 4.8.

Tabla 4.12. Tipos de degradación del suelo y las causas que la originan en el Sistema Ambiental

Tipo de degradación	Causas que lo originan	Grado de erosión	Superficie (Ha) en el SA	Porcentaje (%) en el SA
Degradación química por polución	Actividades agrícolas	Ligero	16,679.2518	39.66
Erosión hídrica con	Actividades agrícolas /	Ligero	2,404.7398	5.71

pérdida del suelo superficial	Deforestación y remoción de la vegetación	Moderado	10,768.5242	25.61
Erosión eólica con pérdida del suelo superficial por acción del viento	Actividades agrícolas / Deforestación y remoción de la vegetación	Moderado	10,469.5201	24.89
		Fuerte	2.8345	0.0067
N/A	N/A	N/A	1,722.82	4.09

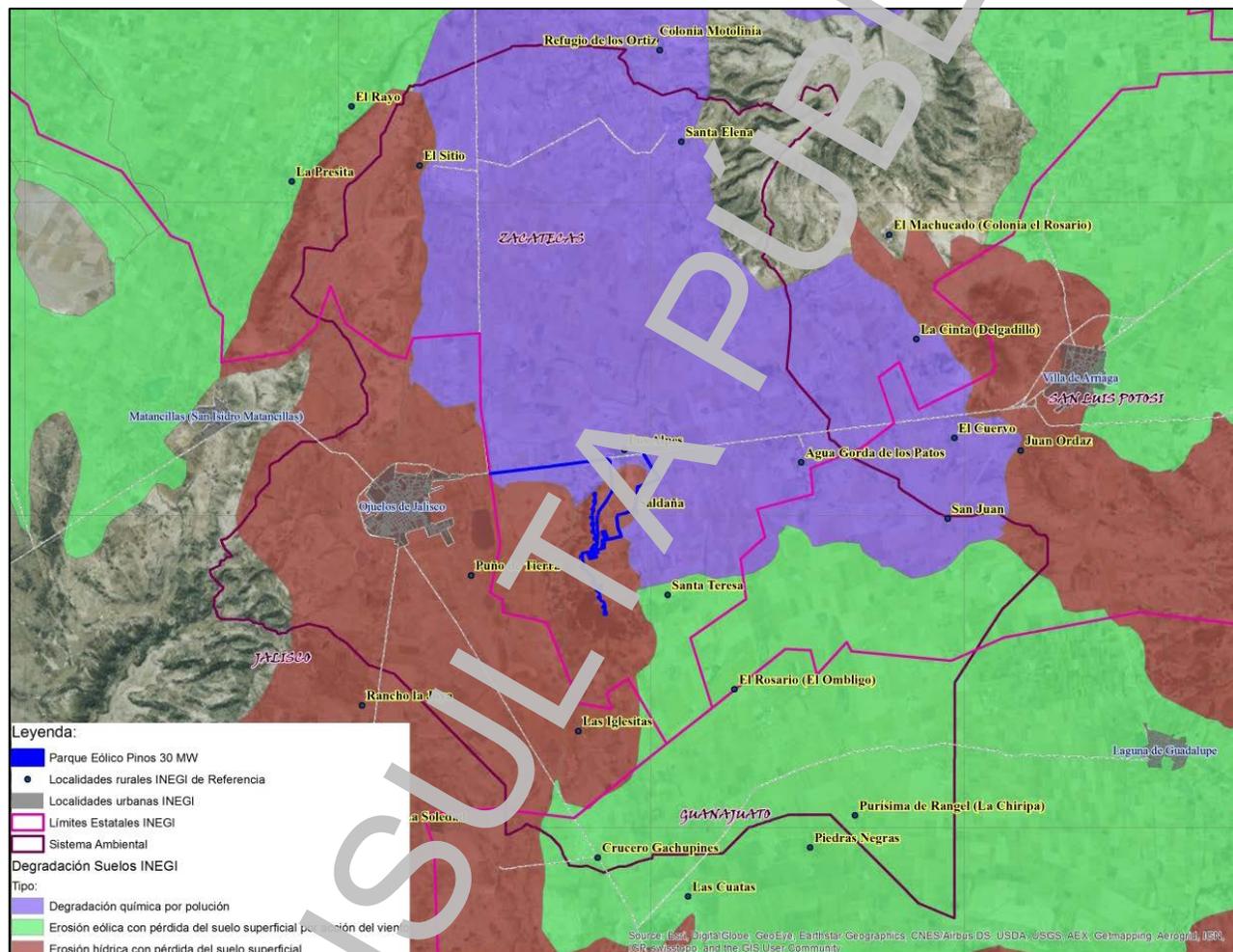


Figura 4.30. Degradación del suelo en el Sistema Ambiental, INEGI

IV.2.1.6.5 Estado de conservación del suelo en el Sistema Ambiental

El tipo de suelo que se presenta con mayor dominancia en la superficie del Sistema Ambiental es el Durisol, el cual se distribuye en zonas llanas a suavemente inclinadas y que presentan un horizonte claro, por las actividades que se desarrollan en el SA este tipo de suelo en su mayoría presenta un horizonte superficial perturbado por la acción antrópica, en este caso es dado por las actividades agrícolas que se desarrollan.

Los sitios que se presentan con altos grados de erosión en el Sistema Ambiental son aquellos que regularmente presentan fuertes pendientes y baja o nula cobertura vegetal y que se ven desprotegidos ante los agentes físicos y químicos del medio ambiente, lo cual provoca la pérdida de la capa superficial y nutrientes del suelo, esto da como principio al proceso de degradación del suelo,

La mayor parte de la superficie del Sistema Ambiental presenta un estado de degradación moderado siendo las actividades agrícolas la principal causa que lo origina, dichas acciones antrópicas provocan degradación química de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica en el suelo.

IV.2.1.7 Hidrología superficial e hidrogeología

IV.2.1.7.1 Hidrología superficial

México se divide en treinta y siete Regiones Hidrológicas en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, con la finalidad de agrupar y sistematizar la información, análisis, diagnóstico, programas y acciones en relación con la ocurrencia del agua en cantidad y calidad, por lo tanto, los límites de las RH en general son distintos en relación con la división política por estados.

El estado de Zacatecas se encuentra dividido por cuatro regiones hidrológicas, siendo la Lerma-Santiago y El Salado las más importantes por su extensión sobre el estado; la frontera entre las dos regiones es de manera irregular desde el municipio central de Fresnillo hasta el municipio sureño de Pinos. El Sistema Ambiental, en particular, se encuentra inmerso dentro de la Región Hidrológica 12 Lerma Santiago, así como de la Región Hidrológica 37 El Salado.

La Región Hidrológica 12 “Lerma-Santiago” se ubica en la sección centro-occidental del país, colinda al Este con la región hidrológica 37 (El Salado) y la 26 (Panuco), al Sur con la región hidrológica 18 (Balsas), al Oeste con las regiones 13, 14 y 16 (Rio Huicicila, Rio Ameca y Armería-Coahuayana respectivamente) y finalmente al Norte la región hidrológica 11 y 36 (Presidio-San Pedro y Nazas-Aguanaval respectivamente). La principal corriente en la RH12 es la denominada “Lerma-Santiago”, el cual se origina en el Estado de México con dirección sureste-noreste hasta desembocar en el Lago de Chapala, para cambiar de nombre a Grande de Santiago hasta desembocar en el Océano Pacífico en el estado de Nayarit.

La Región Hidrológica 37 “El Salado” se localiza en la altiplanicie septentrional mexicana, está constituida por una serie de cuencas cerradas que van desde los 15.6km² la más pequeña, hasta los 14,895km² la más grande. El total de estas cuencas es de sesenta y cuatro, y todas ellas suman un área de 87,788km². Sus límites son los siguientes: al Norte con las regiones hidrológicas 36 (Nazas-Aguanaval) y 24 (Bravo Conchos), al Este con la región hidrológica 25 (San Fernando-Soto la Marina), al Sur y Este la región hidrológica 26 (Panuco) y al Oeste la región hidrológica 12 (Lerma-Santiago).

A continuación se muestra la Figura 4.31 donde se aprecia que el polígono ambiental se encuentra entre los límites de las Regiones Hidrológicas 12 y 37; el sector Norte del SA se establece

en la porción sur de la RH37 El Salado, por otra parte el sector Sur del SA se establece en la porción oriente de la RH12 Lerma Santiago.

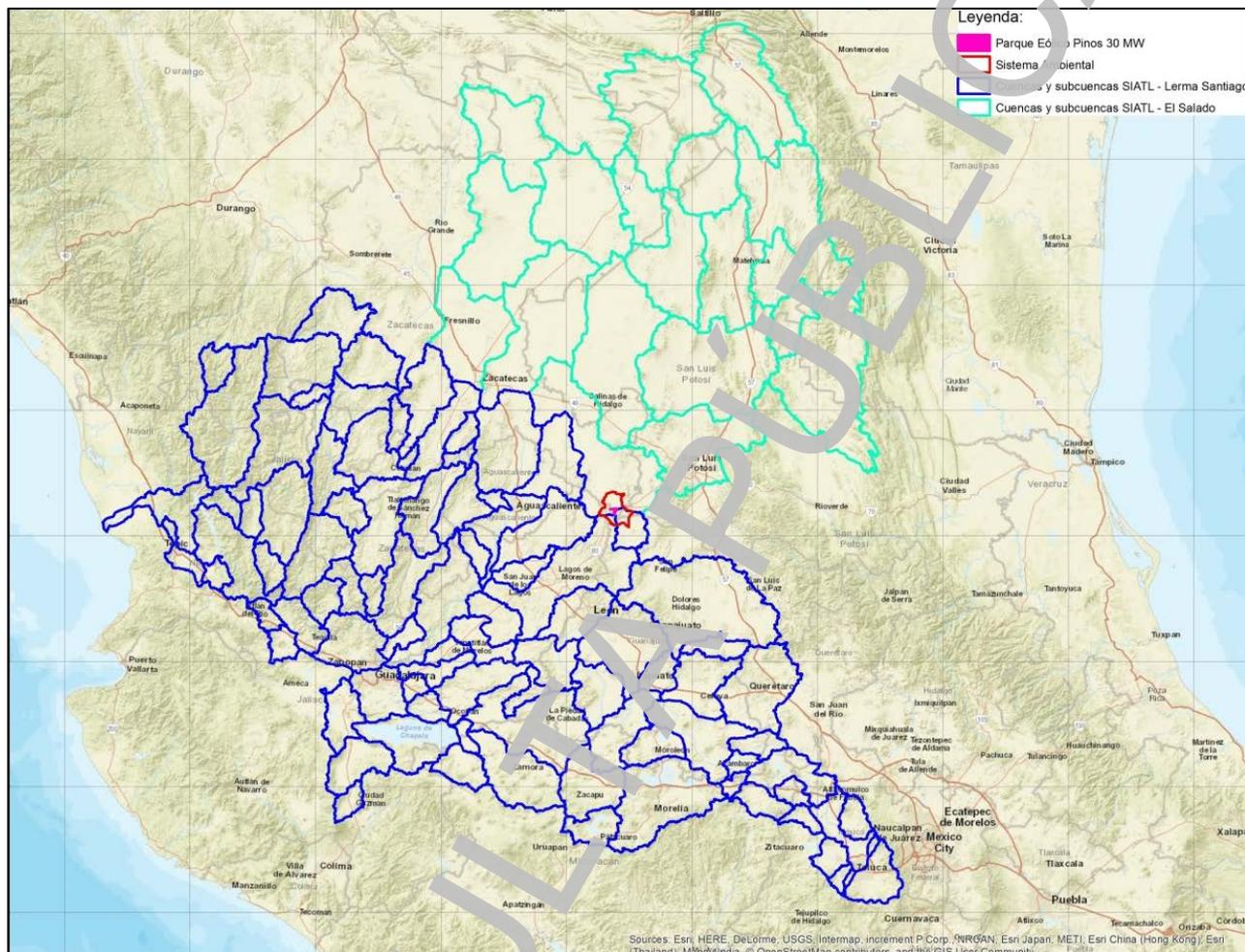


Figura 4.31. Ubicación del SA respecto a las Regiones Hidrológicas El Salado y Lerma Santiago

Específicamente, el Sistema Ambiental se encuentra dentro de las subcuencas hidrológicas R. de los Lagos (RH12Ig), C. C. Campo (RH12Im) y P. San Pablo (RH37Fa), tal como se observa en la Figura 4.32.

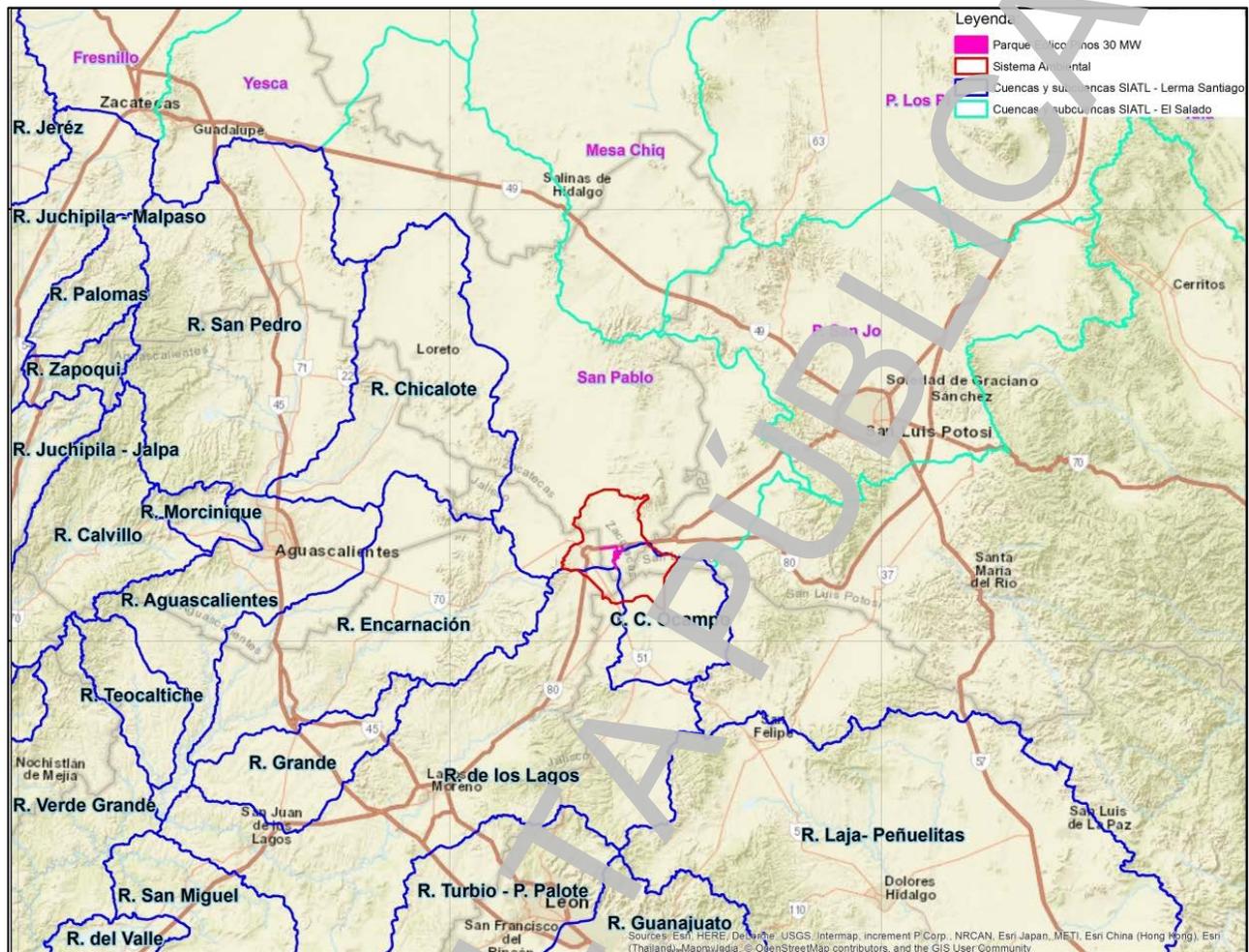


Figura 4.32. Localización del Sistema Ambiental respecto a las subcuencas Hidrológicas

La subcuenca San Pablo (RH37Fa) es de carácter exorreica y cuenta con escorrentías superficiales efímeras, es decir, solo se aprecian durante la época de lluvia; según SIATL (simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas) estos arroyos temporales tienden a drenar con dirección a la subcuenca San José, así mismo la subcuenca R. de Los Lagos de la (RH12Ig) también es de carácter exorreico con arroyos efímeros que drenan con dirección a la Ciudad de Aguascalientes, mismos que presentan interrupciones en sus cauces por diques artificiales. Por otra parte, la subcuenca C.C. Ocampo (RH12Im) aparte de presentar arroyos efímeros la cuenca es de carácter arreico, es decir, no desemboca en ninguna parte sino que se evapora, tampoco se infiltra y no forma mantos acuíferos (no llegando a airearse), por esta razón la mayoría de las escorrentías culminan en norias locales.

La Subcuenca RH37Fa aporta al Sistema Ambiental los arroyos (con origen en los cerros El Gallo y Buena Vista) denominados Mujeres, La Noria, Rodríguez, El Saucito, El Potrero, El Muerto y El Zorrillo, mismos que tienden a drenar con dirección a la población de Ojuelos de Jalisco, donde se han establecido diques artificiales con la finalidad de acumular el recurso hídrico para las actividades agropecuarias. Por parte de la subcuenca RH12Ig se presentan en el polígono ambiental los arroyos La Vieja, La Colorada, La Cal y Gachupines, por último, la subcuenca RH12Im aporta al

SA el arroyo La Alberca que se presenta (en la época húmeda del año) al sur del Proyecto. A continuación en la Figura 4.33 se presenta un ejemplo de las escorrentías superficiales en la zona y en la Figura 4.34 se muestra la ubicación de los arroyos mencionados anteriormente en el Sistema Ambiental.



Figura 4.33. Escorrentía en época de estiaje

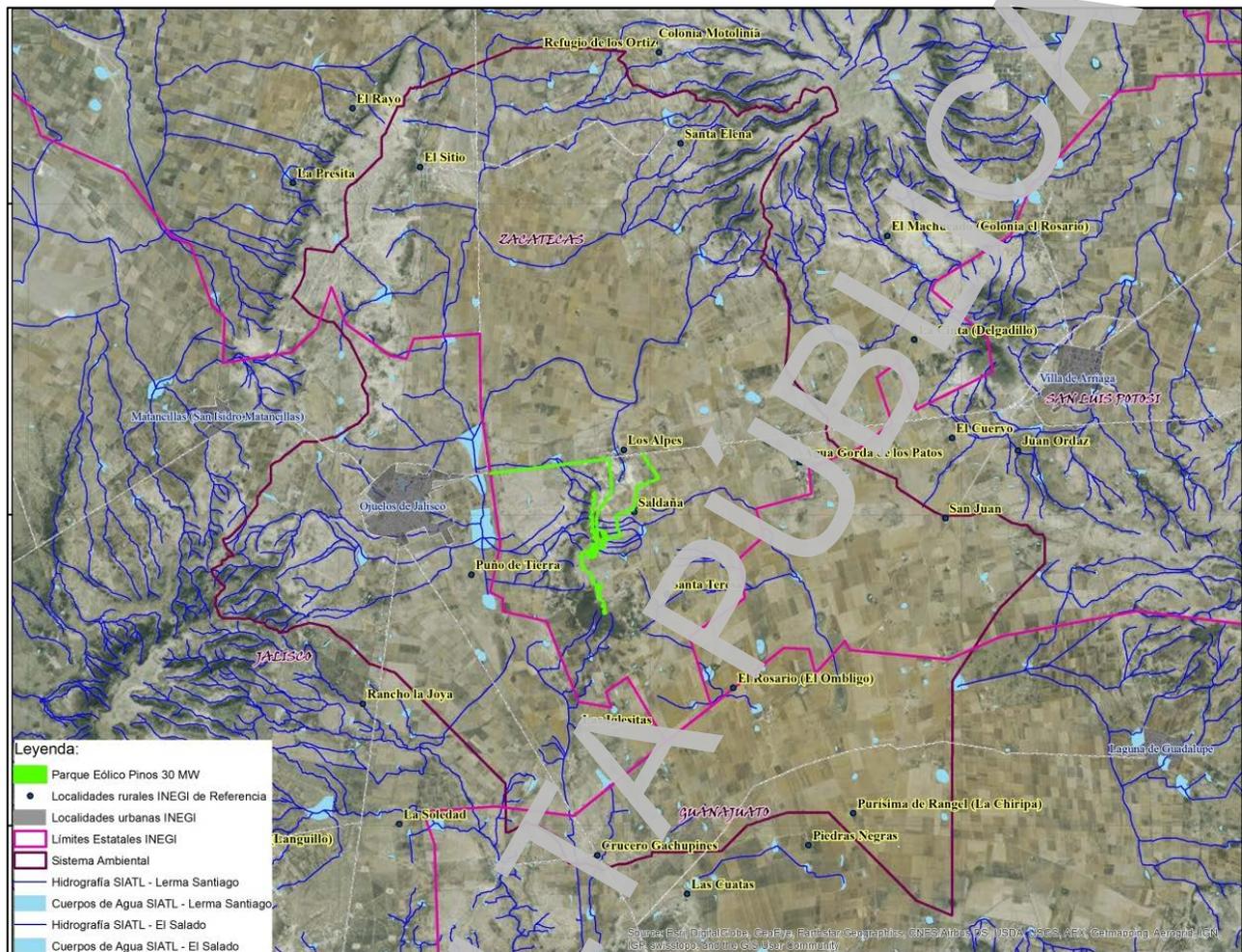


Figura 4.34. Hidrología Superficial dentro del SA

Para mayor detalle de la hidrología superficial dentro del SA, se puede consultar el Anexo 4.9 que además de mostrar los recursos lotíficos, también señala la ubicación de los cuerpos de agua lenticos que en su mayoría están representados por bordos artificiales que la gente utiliza para su ganado y que están distribuidos a lo largo y ancho del SA.

IV.2.1.7.2 Hidrogeología

La clasificación de unidades geohidrológicas presentadas por INEGI, toma en cuenta las características físicas de la roca, así como la de los materiales granulares para estimar la posibilidad de contener o no agua, clasificándolos en dos grupos: material consolidado y no consolidado, con posibilidades bajas, media, o altas de funcionar como acuífero.

En el valle intermontano y pie de las sierras del SA se encuentra principalmente Material No Consolidado con posibilidades bajas, constituido por suelos aluviales recientes o conglomerados de clastos subredondeados en matriz areno arcillosa, medianamente cementados; por otra parte, en menor proporción en las elevaciones del SA se encuentra el material consolidado con posibilidades bajas (Figura 4.35), a esta unidad la representan rocas ígneas y sedimentarias, que por sus

características primarias de formación y permeabilidad secundaria quedan limitada de contener agua.

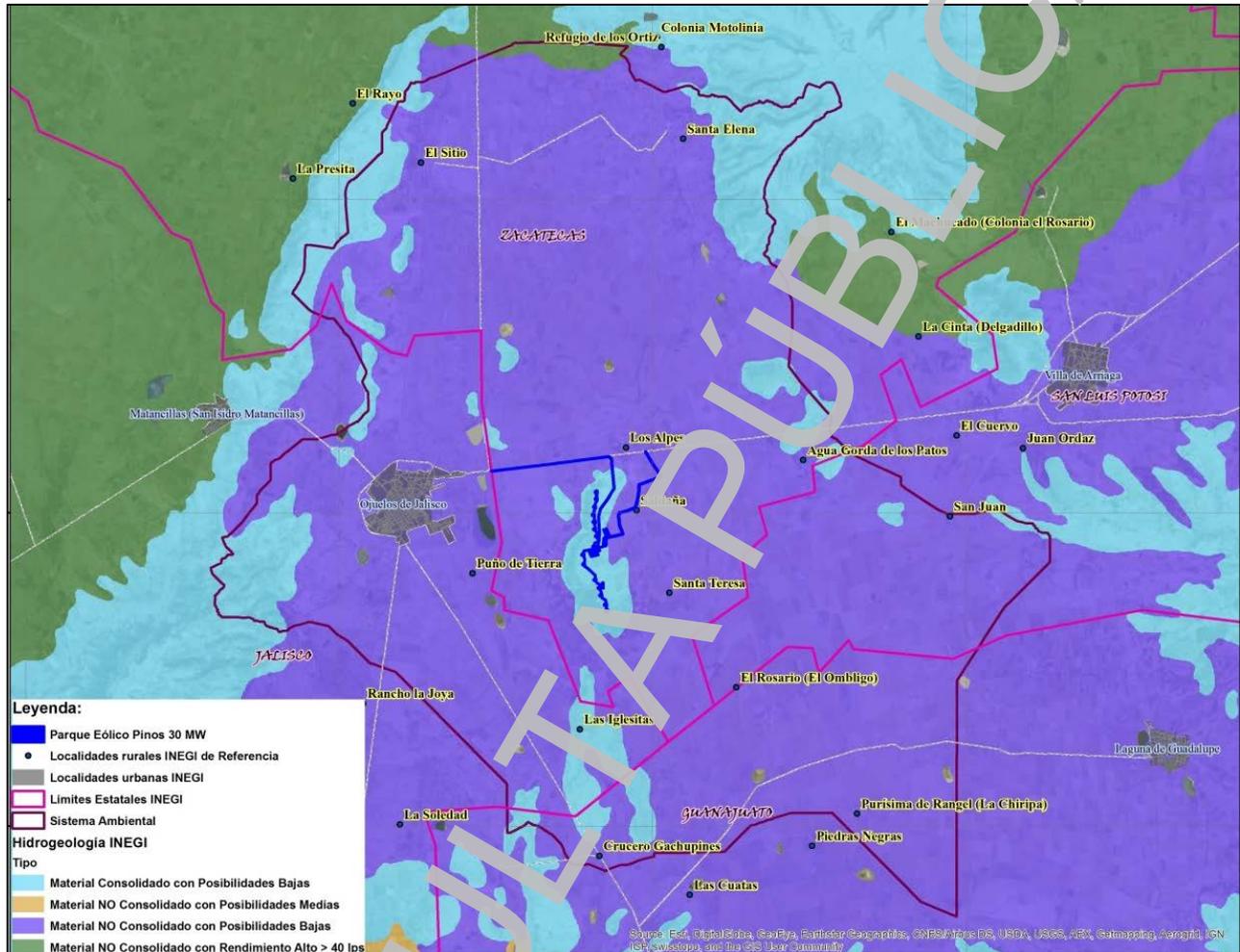


Figura 4.35. Unidades geohidrológicas, INEGI

IV.2.1.7.3 Descripción del acuífero sobre el que se asienta el SA

El Sistema Ambiental se localiza sobre 6 acuíferos, dos de Jalisco, dos de Zacatecas, uno por parte de San Luis Potosí y uno más de Guanajuato. Enseguida se muestra una Tabla con los acuíferos sobre los que se asienta el SA, en ella se presentan además, datos del estado donde se localizan, superficie, recarga total anual, entre otros datos de interés.

Tabla 4.13. Acuíferos sobre los que se localiza el SA delimitado para el Proyecto

Acuífero	Edo.	Superficie total	Recarga total media anual (m ³ /año)	Volumen de descarga natural comprometida (m ³ /año)	Volumen concesionado de aguas subterráneas (m ³ /año)	Situación Actual (m ³ /año)
20 de Noviembre	Jalisco	302 km ²	39.3	11,5	8.3602	19.439760

Ojuelos	Jal.	290.55 km ²	9.4	Nula	6.423388	2.971612
Pinos	Zac.	1,436 km ²	18	Nula	12.596605	5.403395
Pino Suarez	Zac.	--	23.5	Nula	1.243052	13.831711
Villa de Arriaga	SLP.	1,154 km ²	4.8	Nula	1.071085	3.728914
Ocampo	Gto.	--	6.4	.02	1.624215	4.575785

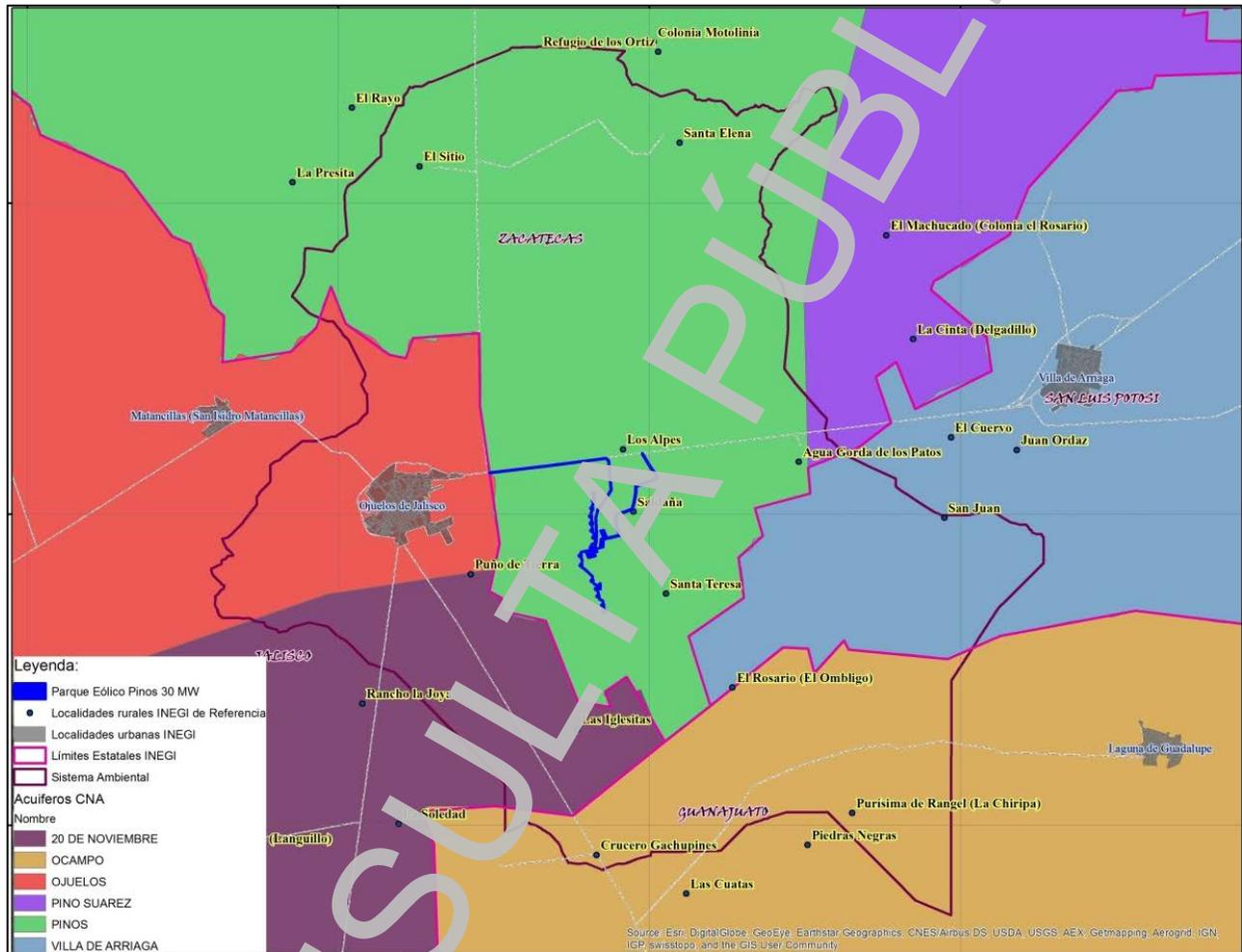


Figura 4.36. Localización del proyecto respecto a los acuíferos (Comisión Nacional del Agua)

Como se aprecia en la figura anterior, el SA se asienta sobre parte de 6 acuíferos, sin embargo el Proyecto se localiza específicamente sobre el acuífero Pinos, el cual no se vería comprometido por el desarrollo del Proyecto pues este no requiere de extracciones, además, los resultados de estudios de disponibilidad del acuífero, señalan que actualmente existe un volumen de 7'716,957 m³ anuales disponibles para ser administrados, conforme se otorguen nuevas concesiones de agua y se realicen o actualicen los estudios técnicos, tomando en cuenta que la disponibilidad de agua subterránea varía a lo largo del tiempo, dependiendo de los cambios en el régimen natural de recarga, del comportamiento del acuífero, del manejo del agua y de los volúmenes concesionados. Ello quiere decir que el acuífero es estable y el cambio de uso de suelo que se requiere para el Proyecto no comprometerá la naturalidad del acuífero, esto sin considerar que el Proyecto contempla el desarrollo

de medidas para compensar el abastecimiento de agua al acuífero (medidas de retención de suelo y agua).

IV.2.2. Medio biótico

IV.2.2.1 Vegetación

IV.2.2.1.1 Introducción

Partiendo de aspectos generales, según la regionalización de Rzedowski (2005) el Sistema Ambiental delimitado para el Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW* se localiza en la Región Florística de la Altiplanicie, tal como se puede apreciar en la Figura 4.37.

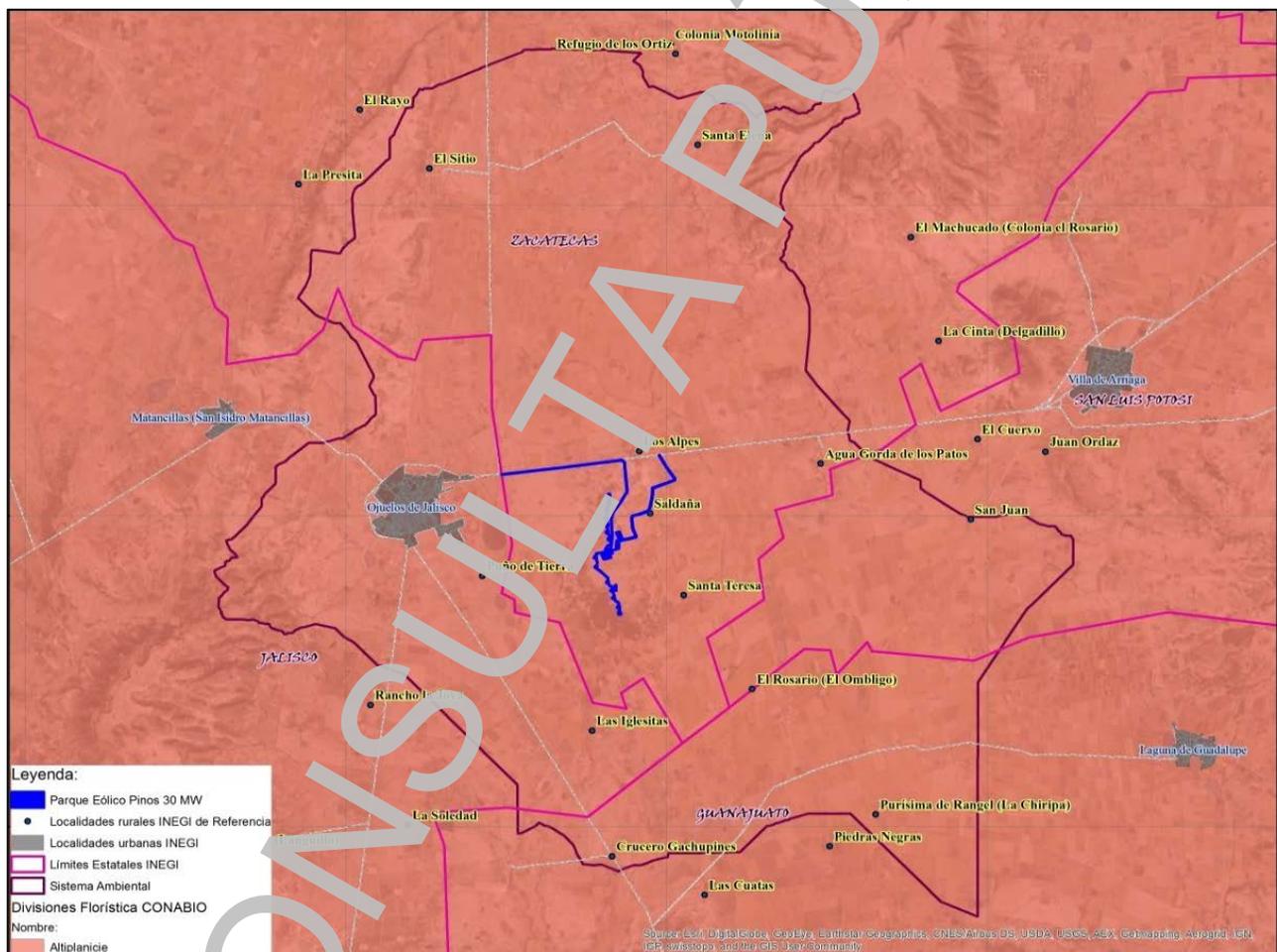


Figura 4.37. Región florística donde se localiza el proyecto

La Provincia de la Altiplanicie corresponde esencialmente a la región fisiográfica de este nombre que en México se extiende desde Chihuahua y Coahuila hasta Jalisco, Michoacán, Estado de México y Puebla. Quedan excluidas, sin embargo, sus partes semihúmedas y húmedas, en cambio se adscriben aquí porciones significativas del noreste de Sonora, de Nuevo México y de la zona de Texas conocida como Trans-Pecos. Es, por consiguiente, la provincia más extensa de todas las

reconocidas en México. La altitud en su territorio varía en general entre 1,000 y 2,000 m, por lo que es más notoria la influencia de bajas temperaturas. El número de especies endémicas es muy considerable y su abundancia es favorecida por la diversidad de substratos geológicos; en este respecto puede citarse como ejemplo el conjunto de gipsófitas, estudiado por Johnson (1941). A lo largo de su límite oriental, desde Coahuila hasta Hidalgo, se puede observar una notable influencia de elementos florísticos propios de la Provincia de la Planicie Costera del Noreste. La Vegetación predominante consiste en matorral xerófilo, aun cuando son frecuentes los pastizales y el bosque espinoso (mezquital). El número de géneros restringidos a esta entidad es de 16 si se toma en cuenta solo a las plantas leñosas; pueden mencionarse, por ejemplo: *Arctocarpus*, *Eutetras*, *Grusonia*, *Lophophora*, *Sartwellia*, *Sericodes*.

Por otro lado, la correcta aplicación de iniciativas de desarrollo económico como la generación de energía eólica requiere un adecuado planteamiento del manejo en función del entorno ambiental, por ello es indispensable conocer y estimar la composición y dinámica de las comunidades bióticas, así por tal razón se justifica el estudio de estas.

Ahora bien, en el aspecto del medio biótico, es determinante realizar inventarios florísticos, los cuales reflejen o describan la riqueza de especies en una zona o región, y los estudios de vegetación tratan de establecer unidades de terreno más o menos homogéneas en cuanto a su composición y estructura florística.

Lo anterior es importante, ya que la industria eólica se puede establecer en áreas donde no se conoce la flora y mucho menos si se encuentra en algún tipo de riesgo, tales como en las regiones de clima seco, cálido, semicálido y templado de México, e inclusive en zonas donde la diversidad de especies vegetales es muy alta y son albergadas por comunidades vegetales frágiles y amenazadas.

IV. 2.2.1.2 Vegetación en el Sistema Ambiental de acuerdo a Rzedowsky

La determinación de los tipos de vegetación se realizó con base en la clasificación de Rzedowski (1978) y la reestructurada por INEGI Serie V (Capa unión)¹⁹ para hacerla comparable con la anterior, después corroborarse en campo y lograr una inferencia precisa.

Lo anterior llevó a señalar la presencia de un tipo de vegetación en todo el sistema ambiental denominado como Pastizal, como se puede observar en la Figura 4.38.

¹⁹ La Capa Unión es una versión sintética en una sola capa del conjunto nacional de Uso del Suelo y Vegetación escala 1:250 000 Serie V, que consta de 13 capas de información. Presenta información de áreas agrícolas clasificadas de acuerdo a la forma de recibir el agua los cultivos y por su ciclo agrícola y la distribución de la cubierta vegetal en su estado original, en sus fases sucesionales y la vegetación inducida de acuerdo con el sistema de clasificación del INEGI. Esta capa se generó durante el periodo 2011 - 2012, y se derivó con base en la información presentada en la Serie IV de Uso del Suelo y Vegetación, actualizada con imágenes del satélite LANDSAT del año 2011.

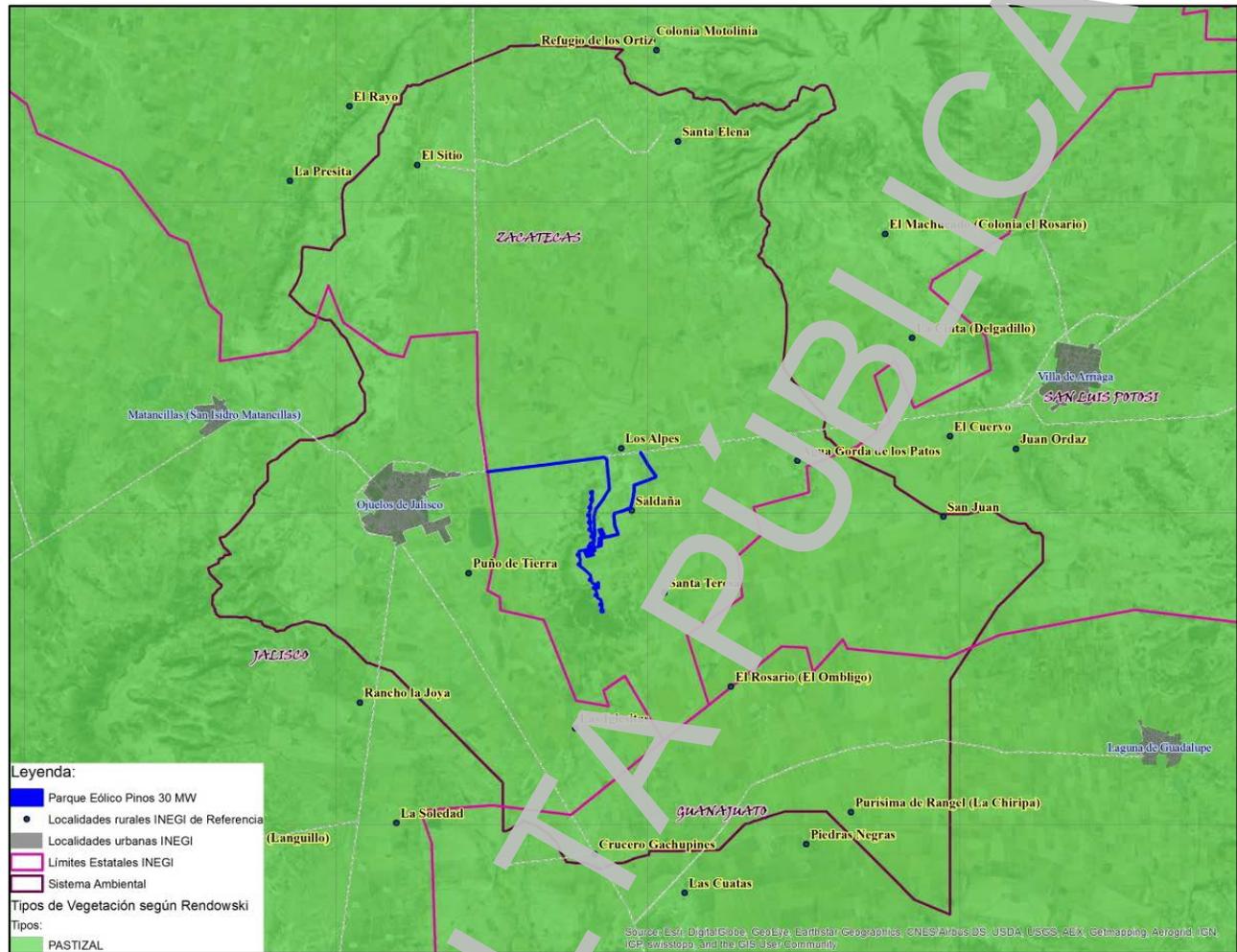


Figura 4.38. Vegetación en el sistema ambiental de acuerdo a Rzedowsky

IV. 2.2.1.3 Vegetación en el Sistema Ambiental de acuerdo a INEGI (Serie V)

La determinación de los tipos de vegetación en el Sistema Ambiental de acuerdo a INEGI serie V, reporta la presencia de once tipos de uso de suelo y vegetación, los cuales son: Agricultura de temporal, Agricultura de temporal permanente, Asentamientos humanos, Bosque de encino, Cuerpos de agua, Matorral crasicaule, Pastizal inducido, Pastizal natural, Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural, como se puede observar en la Figura 4.39.

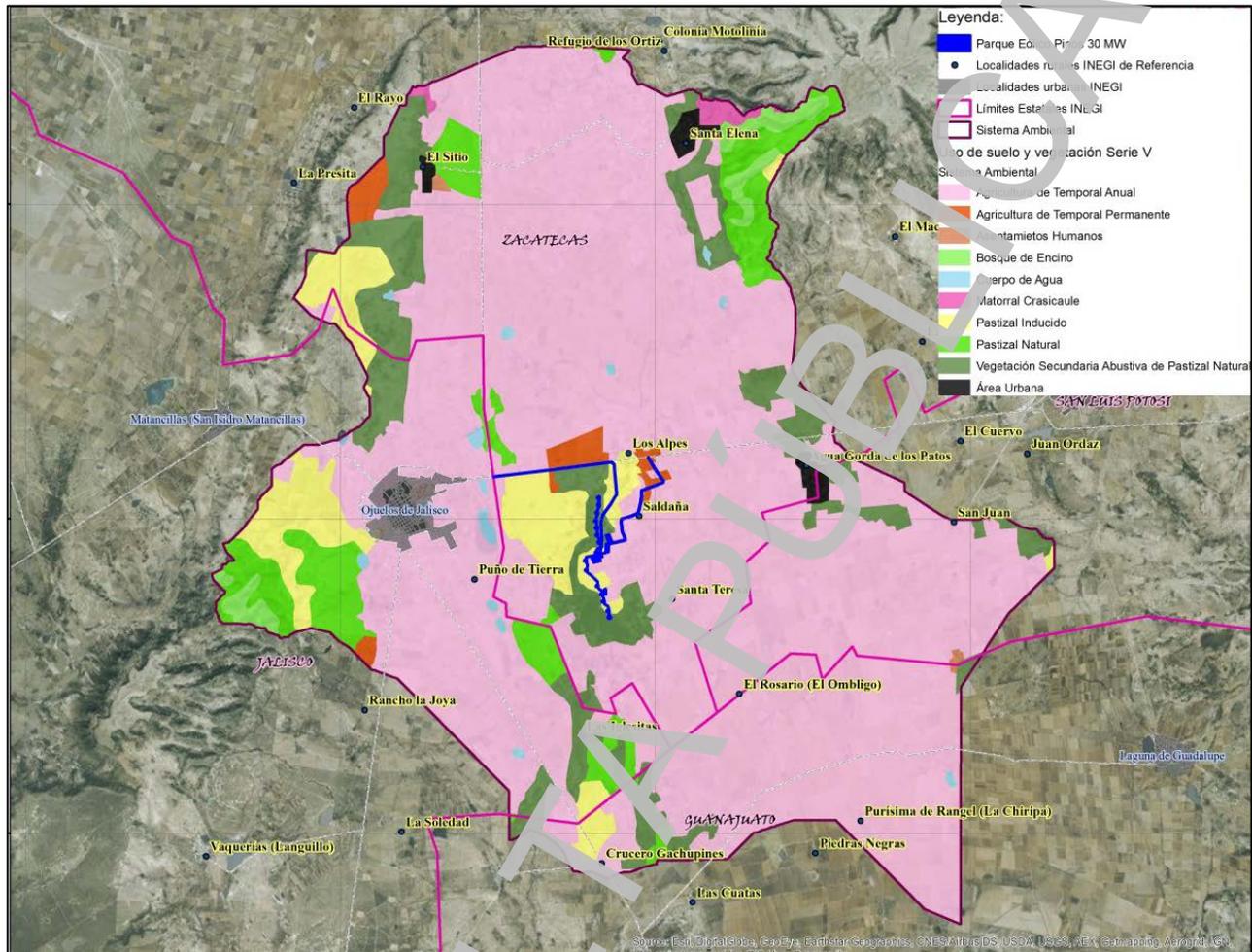


Figura 4.39. Uso de suelo y vegetación en el Sistema Ambiental, INEGI (Serie V)

IV. 2.2.1.4 Vegetación en el Sistema Ambiental de acuerdo al inventario forestal y a los recorridos de campo

En una clasificación realizada con mayor detenimiento, y conforme a las observaciones derivadas de los recorridos en campo para reconocimiento general del área y para la realización de los muestreos dentro del Sistema Ambiental (vegetación, fauna, suelos) y con la ayuda de sistemas de información geográfica (SIG), se utilizó el índice de normalización de la vegetación para mostrar la ubicación de usos de suelo identificados en el sitio mediante bandas espectrales, clasificando la imagen de acuerdo a la vegetación observada dentro del Sistema Ambiental, cabe mencionar que el polígono ambiental presenta los tipos de uso de suelo y vegetación de Agricultura de temporal anual, Asentamientos Humanos, Bosque de encino, Cuerpos de agua, Matorral crasicaule, Pastizal natural, Vegetación secundaria arbustiva de Matorral crasicaule, Vías de comunicación de caminos y Vías de comunicación de carreteras. Figura 4.40., y plano adjunto en el Anexo 4.10.

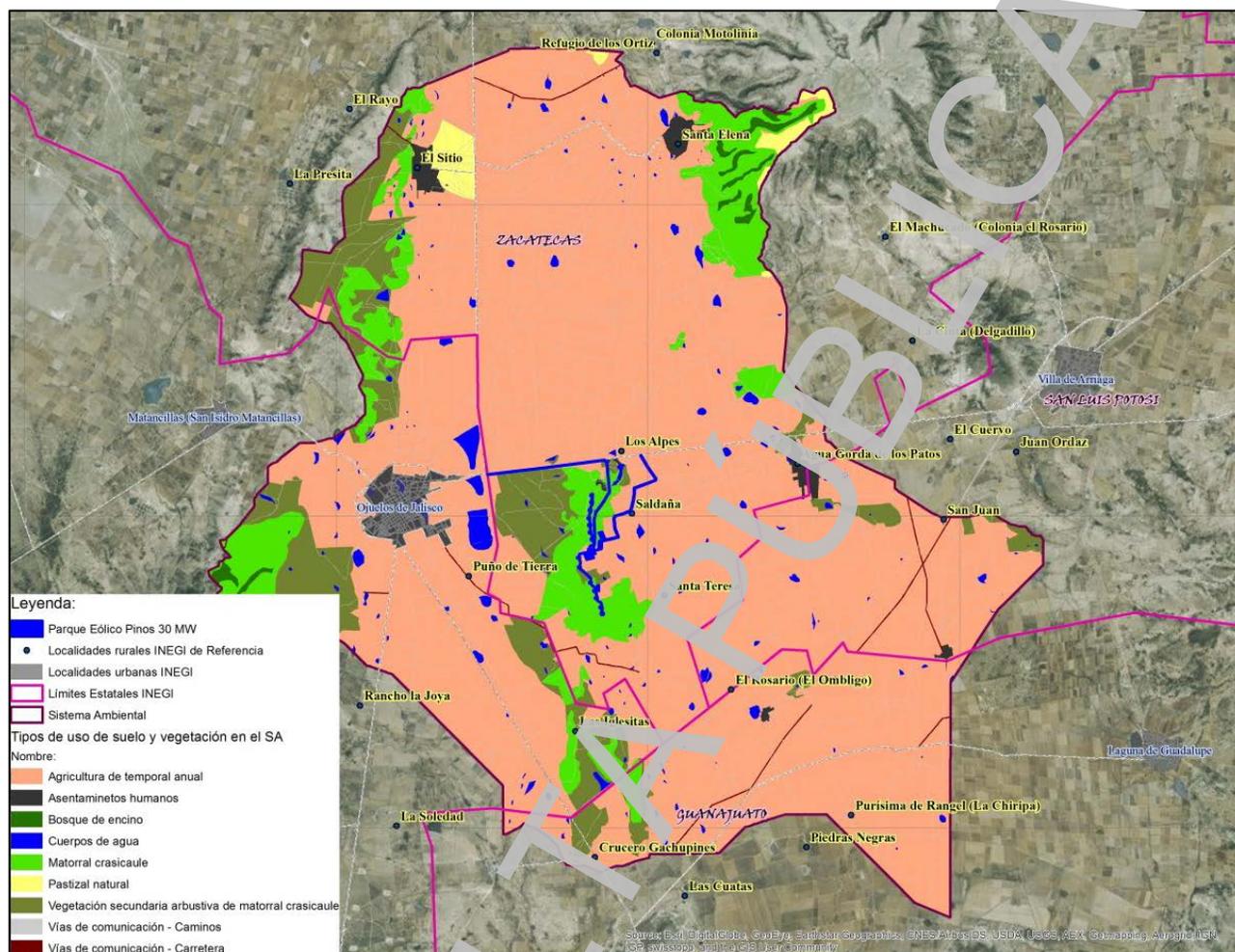


Figura 4.40. Uso de suelo y vegetación de acuerdo al trabajo de campo realizado en el SA

Como se aprecia en la Figura 4.40., en el Sistema Ambiental el tipo de uso de suelo y vegetación de Agricultura de temporal anual es el que ocupa la mayor superficie, seguido de Matorral crasicaule, Vegetación secundaria arbustiva de Matorral crasicaule, Vías de comunicación, Asentamientos humanos, Cuerpos de agua, Pastizal natural y Bosque de encino es el que ocupa la menor superficie. La superficie que cubren los usos de suelo y vegetación, se presenta en la Tabla 4.14, y en la Figura 4.41.

Tabla 4.14. Usos de suelo y vegetación identificados en campo dentro del SA

ID	Nombre	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
1	Agricultura de temporal anual	31,311.915	74.44
2	Pastizal natural	426.848	1.01
3	Asentamientos humanos	745.350	1.77
4	Cuerpos de agua	617.729	1.47
5	Matorral Crasicaule	3,659.428	8.70
6	Bosque de encino	315.432	0.75

7	Vegetación secundaria arbustiva de matorral Crasicaule	3,617.321	8.60
8	Vías de comunicación - Carreteras y caminos	1368.734	3.25
TOTAL		42,012.76	100.00

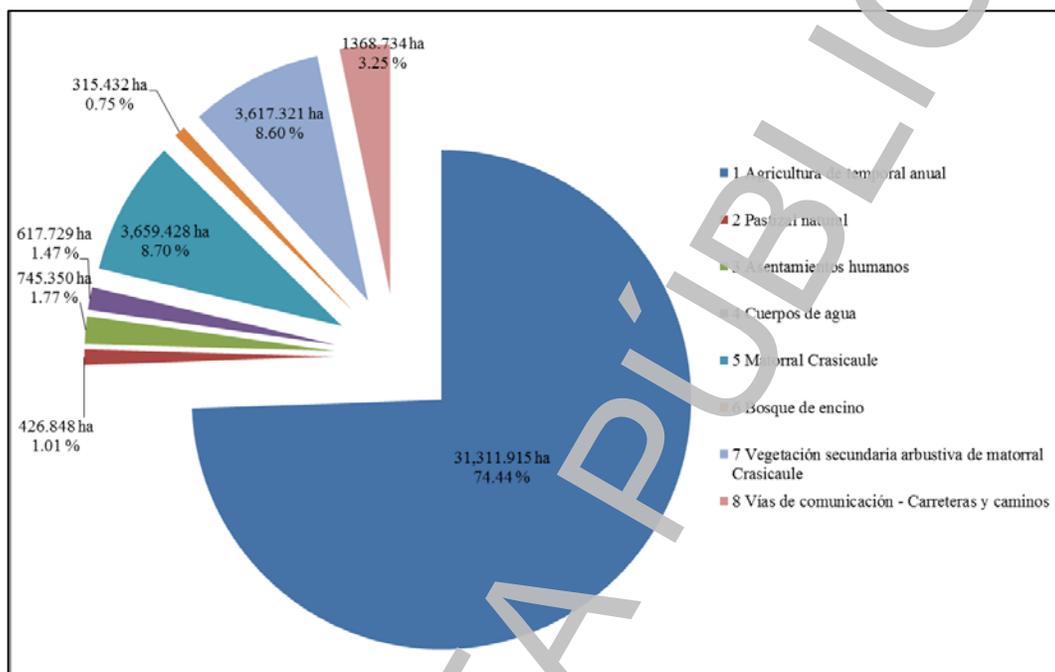


Figura 4.41. Gráfica de Uso de suelo y vegetación de acuerdo al trabajo de campo realizado en el SA

IV. 2.2.1.5 Descripción de la vegetación en el Sistema Ambiental

A continuación, se describen los distintos tipos de uso de suelo y vegetación, estos se determinaron con base en la clasificación de Rzedowski (1978) y la reestructurada por INEGI (Serie V) para hacerla comparable con la anterior, después corroborarse en campo y lograr una inferencia precisa. Lo anterior llevó a señalar la presencia de ocho tipos de uso de suelo y vegetación, como puede apreciarse en la Figura 4.41. En seguida se describen cada uno de los tipos de uso de suelo y vegetación presentes en el Sistema Ambiental:

Matorral crasicaule

Tipo de vegetación dominada fisonómicamente por cactáceas grandes con tallos aplanados o cilíndricos que se desarrollan principalmente en las zonas áridas y semiáridas del centro y norte del país. Algunas especies comunes son: *Opuntia* spp., *Carnegiea gigantea*, *Pachycereus pringlei*, *Stenocereus thurberi*. Se incluyen las asociaciones conocidas como Nopaleras, Chollales, Cardonales, Petecheras, etcétera. El Matorral Crasicaule que se establece en la parte central de Zacatecas y algunas zonas adyacentes de Durango, Aguascalientes, Jalisco, Guanajuato y San Luis Potosí se presentan como cubierta vegetal de *Opuntia*, siendo las principales especies dominantes de estas "nopaleras" *Opuntia streptacantha* y *Opuntia leucotricha*.

Esta comunidad se desarrolla preferentemente sobre suelos someros de ladera de cerros de naturaleza volcánica, aunque también desciende a suelos aluviales contiguos. La precipitación media anual varía entre 300 y 600 mm y la temperatura es de 16 a 22 °C en promedio anual. En algunas partes de San Luis Potosí y de Guanajuato se le asocia *Myrtillocactus geometrizans* y a veces también *Stenocereus* spp. Por otro lado, *Yucca decipiens* puede formar un estrato de eminencias, mientras que a niveles inferiores conviven muchos arbustos micrófilos, como por ejemplo, especies de *Mimosa*, *Acacia*, *Dalea*, *Prosopis*, *Rhus*, *Larrea*, *Brickelia*, *Eupatorium*, *Buddleia*, *Celtis*, etcétera. La altura de este matorral alcanza generalmente de 2 a 4 m, su densidad es variable, pudiendo alcanzar casi 100% de cobertura, y el matorral puede admitir la numerosa presencia de planta herbáceas. Generalmente existe ganadería a base de caprinos y bovinos; es igualmente importante la recolección de frutos comestibles, y en el caso de los nopales, de los tallos.

El Matorral Crasicaule es el tipo de vegetación, según los recorridos de campo, el que domina en las áreas forestales del Sistema Ambiental, en este abundan especies del género *Opuntia*, así como *Mimosa* y *Dalea*, entre varias otras especies arbustivas, con diferentes densidades; la altura que alcanza el estrato arbustivo aproximadamente está en los dos metros; en el área del Sistema Ambiental se encuentran una gran cantidad de especies herbáceas que brotan a finales de la primavera y mueren al comienzo del otoño, algunas permanecen más tiempo hasta que llegan las fuertes heladas del invierno, la mayoría pertenecen a la familia Asterácea.

Vegetación secundaria arbustiva de Matorral Crasicaule

Estas zonas en el Sistema Ambiental prácticamente se ha eliminado gran parte de la vegetación, por la acción de la ganadería y la agricultura. En estas áreas se localizan pastizales acompañados de especies del género *Opuntia* dispersas sobre las laderas y lomeríos; y sobre las zonas planas. Este tipo de vegetación ha sido fuertemente impactado principalmente por la agricultura, para lo que quedaron manchones o islas de vegetación de Matorral Crasicaule acompañadas de pastizal.

Pastizal natural

Es considerado principalmente como un producto natural de la interacción del clima, suelo y biota de una región. Es una comunidad dominada por especies de gramíneas, en ocasiones acompañadas por hierbas y arbustos de diferentes familias, como son: compuestas, leguminosas, etc. Su principal área de distribución se localiza en la zona de transición entre los matorrales xerófilos y la zona de bosques; en sus límites con los bosques de encino forma una comunidad denominada Bosque Bajo y Abierto por la apariencia de los primeros árboles de los Encinares de las partes elevadas propiamente dichas.

En el área del proyecto se limita a pequeñas partes al Norte del Sistema Ambiental, aunque las especies del pastizal natural se presentan en asociación en todos los demás tipos de vegetación presentes.

Bosque de encino

Comunidades arbóreas, subarbóreas u ocasionalmente arbustivas integradas por múltiples especies del género *Quercus* (encinos, robles) que en México, salvo condiciones muy áridas, se ubican prácticamente desde los 300 hasta los 2,800 msnm. Se encuentra muy relacionado con los bosques de pino, formando una serie de bosques mixtos con especies de ambos géneros. En el Sistema Ambiental, no existen formaciones de bosque de pino y el bosque de Encino se limita a una muy pequeña área al Norte del Sistema Ambiental.

Asentamientos humanos

Es el establecimiento de un conglomerado demográfico, con el conjunto de sus sistemas de convivencia, en un área físicamente localizada, considerando dentro de la misma los elementos naturales y las obras materiales que lo integran. Para este caso es el poblado de Ojuelos, Jal., la principal población ubicada dentro del Sistema Ambiental.

Agricultura de temporal anual

Se clasifica como tal al tipo de agricultura de todos aquellos terrenos en donde el ciclo vegetativo de los cultivos que se siembran depende del agua de lluvia, por lo que su éxito depende de la precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua, el periodo de estos cultivos es anual, principalmente en el verano. Incluye los que reciben agua invernal como el garbanzo.

Estas zonas, para ser clasificadas como de temporal deberán permanecer sembradas al menos un 80% del ciclo agrícola.

Pueden ser áreas de monocultivo o de policultivo y pueden combinarse con pastizales o bien estar mezcladas con zonas de riego, lo que conforma un mosaico complejo, difícil de separar, pero que generalmente presenta dominancia de los cultivos cuyo crecimiento depende del agua de lluvia.

Cuerpos de agua

Estas son áreas ocupadas por cuerpos de agua que los campesinos han construido para el almacenamiento de agua a través de bordos de abrevadero para el ganado o para usos domésticos de ser necesario, son espacios muy dispersos por el Sistema Ambiental.

Vías de comunicación

Son los medios que se emplean para vencer el obstáculo que opone la distancia a las relaciones entre los hombres. Dentro del Sistema Ambiental del proyecto, las vías de comunicación están representadas por carreteras de asfalto que cruzan a esta y los caminos secundarios de terracería que unen a las localidades y rancherías de la región.

En la Figura 4. 42 se pueden observar imágenes de los tipos de vegetación presentes dentro del Sistema Ambiental. Y en el Anexo 4.11 se presenta el reporte fotográfico de tipos de vegetación.



Figura 4. 42 Imágenes de la vegetación dentro del SA

IV. 2.2.1.6 Metodología de muestreo en el Sistema Ambiental (área muestreada, técnica utilizada, etc.)

Los trabajos de campo en el área del Sistema Ambiental donde se desea ejecutar el presente proyecto, se iniciaron con un recorrido previo del área. En gabinete se realizaron actividades de planeación, destacando la cantidad de muestras requeridas y del sistema de muestreo a utilizar en función de la vegetación presente y características topográficas de la zona, mismas que fueron previamente estudiadas en planos y temas editados por el INEGI.

El trabajo de campo consistió en realizar un recorrido por el área del Sistema Ambiental, buscando cubrir cuando menos los mismos tipos de vegetación identificados dentro del proyecto y de esta manera determinar la riqueza florística.

El Sistema Ambiental presenta grandes extensiones de terrenos sin vegetación forestal, donde se practica la agricultura de temporal, encontrándose solo pequeños manchones de áreas forestales, por lo que los muestreos se enfocaron a estas pequeñas áreas, además se determinó que el muestreo más adecuado es el muestreo aleatorio simple, el cual se describe en seguida:

Muestreo aleatorio simple

Es el esquema de muestreo más sencillo de todos y de aplicación más general (Figura 4.43). Este tipo de muestreo se emplea en aquellos casos en que se dispone de poca información previa acerca de las características de la población a medirse.

El muestreo aleatorio simple es el proceso fundamental de selección a partir del cual se derivan todos los demás procedimientos de muestreo, con el objetivo de aumentar la precisión de las estimaciones y reducir costos.

En el muestreo aleatorio simple cada unidad de muestreo tiene la misma probabilidad de ser seleccionada y es igual a $1/N$ y todas las combinaciones posibles de "n" unidades de muestreo tienen igual probabilidad de ser seleccionadas de la población. La selección de cada unidad de muestreo es libre de cualquier subjetividad, totalmente independiente de la selección de las demás unidades y no existe ninguna restricción que gobierne la distribución de las unidades muestrales sobre la población, es decir que esta distribución se debe pura y exclusivamente al azar. En este proceso, en la población objeto de estudio no se identifican partes que se diferencien entre sí, como ocurre en el muestreo estratificado.

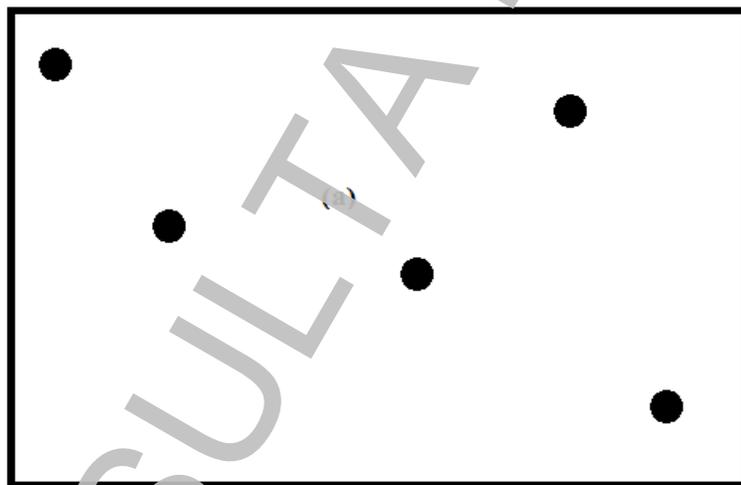


Figura 4.43 Diseño de muestreo aleatorio simple

Esquema del sitio de muestreo

Existen diferentes autores que han analizado la forma y tamaño de los sitios de muestreo en el mundo y en México. Se han utilizado diferentes tamaños de sitios de muestreo por diferentes personajes involucrados en la investigación dasonómica, forestal y de manejo de los recursos forestales. El tamaño más común de los sitios de muestreo por los diferentes autores varía desde un tamaño de 100 a 1250 m². Caballero et al., (1970) señalan, que pueden utilizarse diferentes tamaños de sitio, dependiendo de la intensidad de muestreo, mientras más grande sea esta, es recomendable utilizar sitios de mayor superficie.

De acuerdo a la literatura analizada sobre los sitios de muestreo, de la experiencia de levantamientos en campo y de los tipos de vegetación presentes en el área del Proyecto, se determinó que el sitio de muestreo más adecuado es el de tipo de circular de 1,000 m² para el estrato arbóreo y arbustivo y de 100 m² para el estrato herbáceo.

Sitios circulares

Este tipo de muestra es el que mayormente se utiliza en los inventarios forestales, es de dimensiones fijas generalmente de 0.1 ha con radio de 17.84 m. Este método fue adoptado por Rodríguez (1953) para bosques de clima templado frío. Para llevar a cabo este tipo de muestreo, se ubica un punto central, luego se mide el radio (según la dimensión del sitio) en los diferentes puntos cardinales (con respecto al centro). De esta manera se traza un círculo para saber que vegetación entra y cual no, levantando por lo tanto solo la información que corresponde a la unidad de muestreo según su superficie.

Analizando lo anteriormente descrito, se concluye que para los trabajos de campo referentes al presente Proyecto que presenta en su mayoría vegetación de Matorral crasicaule, se determinó que los sitios circulares de muestreo de 1000 m², con radio de 17.84 m, para el estrato arbóreo y arbustivo, es el adecuado para documentar la vegetación con sus medidas dasométricas necesarias y datos ecológicos. Para el estrato herbáceo se determinó que el sitio adecuado es de 100 m², con un radio de 5.62 m. El esquema del sitio de muestreo se puede observar en la Figura 4.44 .

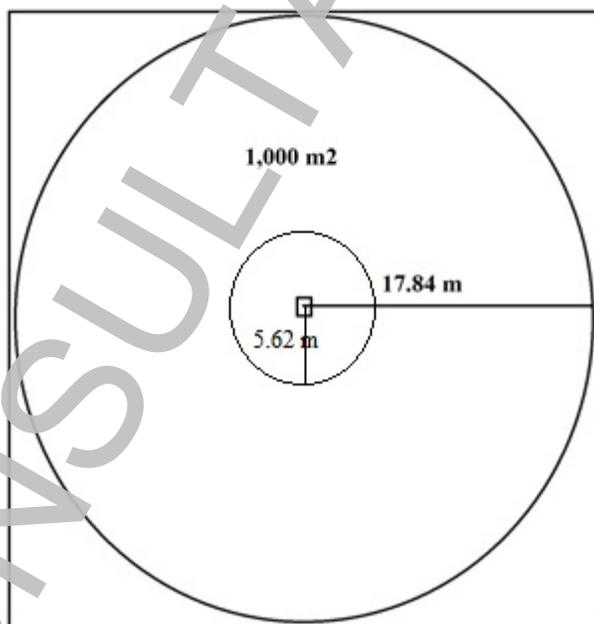


Figura 4.44 Esquema de sitios de muestreo en el área del proyecto

El estudio de la vegetación se basó en realizar un análisis de la totalidad de los individuos que se presentan dentro de los sitios de muestreo. Para el estrato arbóreo se identificó primeramente cada individuo a nivel de especie, posteriormente se tomaron las medidas de altura total y diámetro a la altura de pecho (DAP) para los troncos principales a 1.30 m de altura y cobertura de copa. Para el estrato arbustivo se tomaron los parámetros de diámetro en la parte media de este, altura y cobertura

de copa. Para el estrato herbáceo se llevó a cabo el conteo de las especies herbáceas, a estas se les tomó la altura y la cobertura. Para el caso de la identificación de especies, algunas se identificaron en campo, las de dudosa identificación se colectaron y fotografiaron en lo posible el mayor número de caracteres para su posterior identificación en gabinete.

Con base en la metodología antes descrita fue posible estimar índices ecológicos (abundancia, frecuencia, y valor de importancia relativa) y de esta manera inferir la estructura de la vegetación dentro de las áreas para el desarrollo del Proyecto.

La información recabada en el campo se agrupa en dos clases, la silvícola-ecológica y la de control. En la primera se capta información sobre las características que ya se mencionaron en el párrafo anterior, mientras que en la información ecológica, se toman datos de la altura sobre el nivel del mar, pendiente general, exposición, compactación, textura del suelo, material sólido predominante, materia orgánica, tipos de erosión que se presentan y porcentaje de la superficie afectada, número de individuos, tamaño, vigor, así como los agentes que inciden en la perturbación que afecta a los recursos naturales. En el tipo de datos de control se toma en cuenta la información referente a la ubicación geográfica, la Entidad federativa, número de unidad de registro, brigada que tomó la información, fecha en que se realizó el muestreo, entre otros.

Para el caso del presente Proyecto se levantaron 30 sitios de muestreo con las dimensiones ya mencionadas, para esto se tomó y documentó las coordenadas UTM de cada uno, las cuales se plasman en la Tabla 4.15 y en la Figura 4.45.

Tabla 4.15 Coordenadas de los sitios de muestreo dentro del Sistema Ambiental

SITIO	X	Y	SITIO	X	Y	SITIO	X	Y
1	238687	2420428	11	238325	2411207	21	237393	2418266
2	237960	2420395	12	229216	2416108	22	237718	2418808
3	238507	2417313	13	229304	2420053	23	238184	2420449
4	238641	2416627	14	242303	2430051	24	237893	2418815
5	238922	2417532	15	242450	2428327	25	237524	2418908
6	236114	2419220	16	242149	2431152	26	237205	2419070
7	236020	2420886	17	231911	2425677	27	236662	2419337
8	238203	2421347	18	232195	2428469	28	236015	2419656
9	237553	2415790	19	244378	2423964	29	235494	2419919
10	238528	2412499	20	238220	2417193	30	235142	2420092

Los sitios de muestreo, como se aprecia en la Figura 4.45, se seleccionaron bajo el criterio de muestreo al azar, procurando abarcar todas las áreas de vegetación forestal en todo el Sistema Ambiental, en el Anexo 4.12 se presenta esta figura en tamaño más grande para apreciarse mejor.

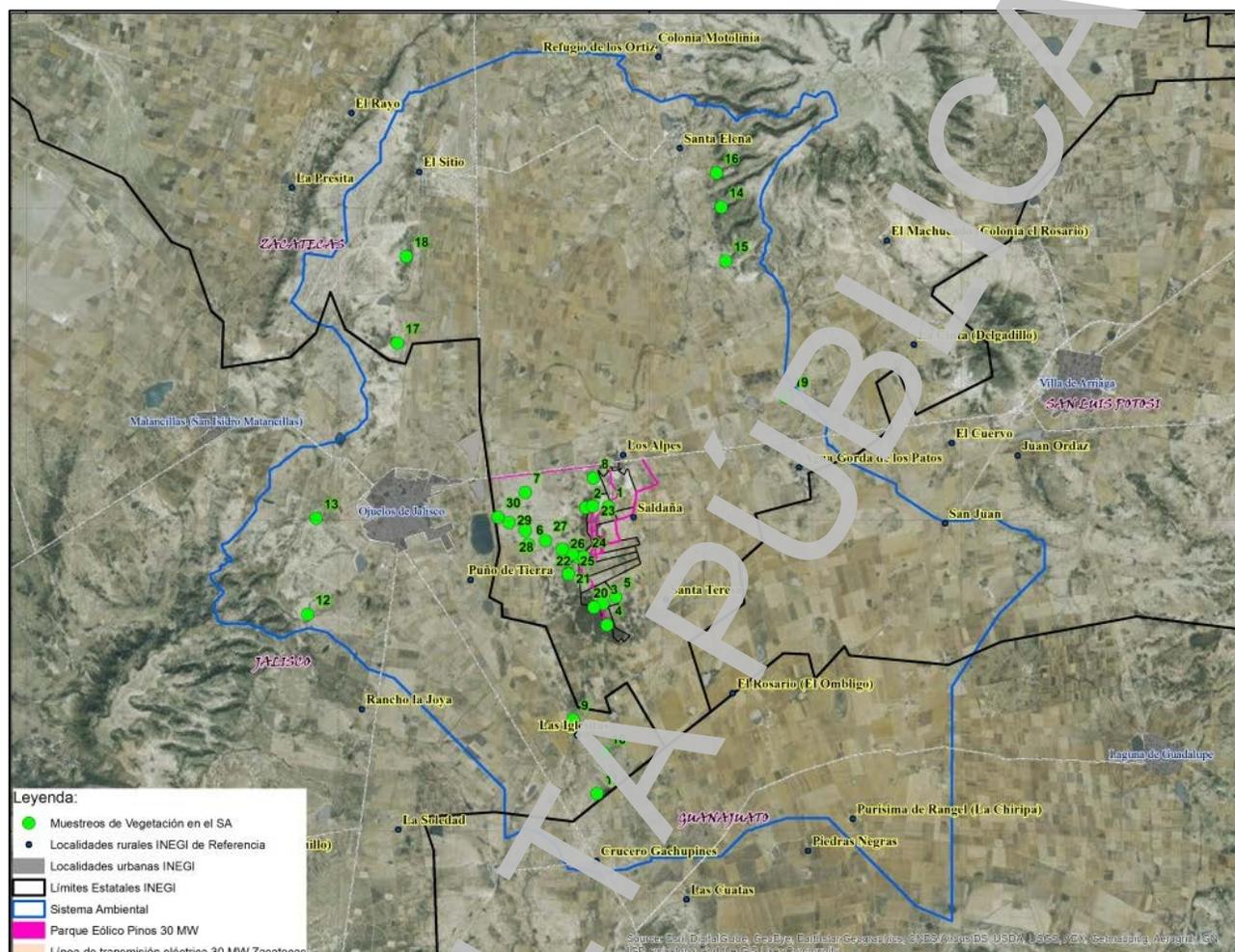


Figura 4.45. Ubicación de los sitios de muestro dentro del Sistema Ambiental

IV. 2.2.1.7 Listado Florístico

El listado florístico se estructuró de acuerdo a la clasificación propuesta por Cronquist (S/A) y el sistema de clasificación APG II. Además, todas las especies se organizan por orden alfabético a nivel de familia, género y especie. Se incluye en dicho listado el autor que describe la especie en cuestión, así como el nombre común documentado dentro del SA. En el Anexo 4.13 se presenta un apartado fotográfico de las especies más comunes observadas en los sitios de muestreo del Sistema Ambiental.

Como resultado de los trabajos de campo dentro del Sistema Ambiental se documentaron 74 especies, pertenecientes a 27 familias (Tabla 4.16). Las familias con el mayor número de especies fueron: ASTERACEAE (15 spp.), CACTACEAE (14 spp.), FABACEAE Y POACEAE (6 spp.) y ASPARAGACEAE (con 5 spp.).

Tabla 4.16. Listado florístico del sistema ambiental

No.	Familia	Nombre científico	Autor	Nombre de campo	NOM 059
1	Amaranthaceae	<i>Salsola tragus</i>	L.	Roadora	
2	Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	L.	Pirua	
3	Apiaceae	<i>Eryngium cymosum</i>	Delaroché, François	Hierba del Sapo	
4	Apocynaceae	<i>Asclepias linaria</i>	Cav.	Hierba paño	
5	Anacampserotaceae	<i>Talinopsis frutescens</i>	Eggli & Nyffeler	Microculareacea	
6	Asparagaceae	<i>Agave salmiana</i>	Otto ex Salm-Dyck	Maguey pulquero	
7		<i>Agave scabra</i>	(Ortega) McVaugh	Maguey de cerro	
8		<i>Agave filifera</i>	(Salm-Dyck) Baker	Cabuyo	
9		<i>Dasylyrion acrotricum</i>	(Schiede) Zucc.	Sotol	A
10		<i>Yucca decipiens</i>	Trel.	Palma china	
11	Asteraceae	<i>Ageratina brevipes</i>	(DC.) R.M. King & H. Rob.		
12		<i>Brickellia eupatorioides</i> var. <i>chlorolepis</i>	(Wootton & Standl.) B.L. Turner		
13		<i>Brickellia laciniata</i>	A. Gray		
14		<i>Brickellia veronicifolia</i>	(Kunth) A. Gray	Cedroni	
15		<i>Dyssodia acerosa</i>	Bercht. & J. Presl		
16		<i>Isocoma hartwegii</i>	Asteraceae Bercht. & J. Presl	Falsa damiana	
17		<i>Isocoma veneta</i>	(Kunth), Greene		
18		<i>Montanoa leucantha</i>	(Lag.) S.F. Blake	Jaral	
19		<i>Piqueria trinervia</i>	Cav.	Hierba de San Nicolás	
20		<i>Pittocaulon praecox</i>	Robinson, Harold Ernest	Palo loco	
21		<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	DC.	Asomiate amarillo	
22		<i>Stevia salicifolia</i>	Cav.	Chacal	
23		<i>Stevia serrata</i>	Cav.	Cola de borrego	
24		<i>Verbesina serrata</i>	Cav.	Vara blanca	
25		<i>Xanthisma spinulosum</i>	(Pursh) D.R. Morgan & R.L. Hartm.		
26	Bromeliaceae	<i>Tillandsia recurvata</i>	(L.) L.	Gallinitas	
27	Cactaceae	<i>Coryphantha cornifera</i>	Britton	Biznaga partida de cuernos	
28		<i>Coryphantha echinoidea</i>	Britton, Nathaniel Lord	Biznaga partida	Pr
29		<i>Ferocactus histrix</i>	Rose, Joseph Nelson	Biznaga Barril	Pr
30		<i>Ferocactus latispinus</i>	(Haw.) Britton & Rose	Lengua de demonio	
31		<i>Mammillaria uncinata</i>	Zucc. ex Pfeiff.	Biznaga ganchuda	
32		<i>Opuntia megacantha</i>	Salm-Dyck	Nopal blanco	
33		<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	Lynch, Richard Irwin	Nopal cuijo	
34		<i>Opuntia joconoxtle</i>	Weber, Frederic Albert Constantin	Joconoxtle	

35		<i>Opuntia leucotricha</i>	DC.	Nopal duraznillo	
36		<i>Opuntia rastrera</i>	Weber, Frederic Albert Constantin	Nopal rastrero	
37		<i>Opuntia robusta</i>	J.C. Wendl.	Nopal tapón	
38		<i>Opuntia streptacantha</i>	Lem.	Nopal cardón	
39		<i>Stenocactus dichroacanthus subsp. violaciflorus</i>	(Quehl) U. Guzmán & Vazq.-Ben.	Biznaga Cerebro	
40		<i>Stenocactus phyllacanthus var. tricuspidatus</i>	Berger, Alwin	Biznaga Cerebro	
41	Convolvulaceae	<i>Dichondra argentea</i>	Humb. & Bonpl. ex Willd.	Oreja de ratón plateado	
42		<i>Ipomoea longifolia</i>	Benthams, George	Alcaparra	
43	Crassulaceae	<i>Echeveria agavoides</i>	Lem.	Echeveria	
44	Euphorbiaceae	<i>Jatropha dioica</i>	Sessé	Sangre de drago	
45		<i>Acacia shaffneri</i>	(S. Watson) F. Herm.	Huizache	
46		<i>Astragalus mollissimus</i>	Torr.	Garbancillo	
47		<i>Dalea bicolor</i>	Humb. & Bonpl. ex Willd.	Engorda cabra	
48	Fabaceae	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	(Ortega) Sarg.	Palo Dulce	
49		<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Ortega	Gatuño	
50		<i>Mimosa monancistra</i>	Benthams, George	Chascarillo	
51	Fagaceae	<i>Quercus grisea</i>	Liebmann	Encino gris	
52		<i>Quercus potosina</i>	Trel.	Encino	
53	Koeberliniaceae	<i>Koeberlinia spinosa</i>	Zucc.	Junco	
54	Lamiaceae	<i>Salvia chamaedryoides</i>	Cav.	Chupamirto	
55	Orobanchaceae	<i>Castilleja tenuifolia</i>	Benth.	Calzón de Indio	
56		<i>Aristida adscensionis</i>	L.	Zacate tres barbas	
57		<i>Aristida schiedeana</i>	Trin. & Rupr.	Zacate	
58		<i>Bouteloua gracilis</i>	(Kunth) Lag. ex Griffiths	Pasto navajita	
59	Poaceae	<i>Muhlenbergia tenuifolia</i>	Kunth	Zacate espinilla	
60		<i>Rhynchosytrum repens</i>	(Willd.) C.E. Hubb.	Pasto rosado	
61		<i>Scleromonon brevifolius</i>	Philippi, Rudolf Amandus (Rodolfo (Rudolf) Amando)	Zacate burro	
62	Polemoniaceae	<i>Loeselia mexicana</i>	(Lam.) Brand	Guachichile	
63	Polygonaceae	<i>Eriogonum wrightii</i>	Torr. ex. Benth.	Flor de borrego	
64	Pteridaceae	<i>Asplenium sinuata</i>	D.M. Benham & Windham	Helecho estrellado ondulado	
65		<i>Cheilanthes bonariensis</i>	Proctor, George Richardson	Helecho de labio	
66	Rubiaceae	<i>Bouvardia ternifolia</i>	(Cav.) Schtdl.	Trompetilla	
67	Sapotaceae	<i>Dodonaea viscosa</i>	Jacq.	Jarilla	
68	Scrophulariaceae	<i>Buddleia scordioides</i>	Kunth	Escobilla	
69		<i>Buddleia cordata</i>	Kunth	Tepozán	

70		<i>Buddleja sessiliflora</i>	Kunth	Hierba de tepezalote	
71	Solanaceae	<i>Physalis patula</i>	Miller, Philip	Tomatillo pegajoso	
72		<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Cav.	Trompillo	
73	Verbenaceae	<i>Aloysia gratissima</i>	(Gill. et Hook) Tronc.	Vara dulce	
74	Xanthorrhoeaceae	<i>Asphodelus fistulosus</i>	(L.) Pers.	Cebollin	

IV. 2.2.1.8 Especies catalogadas bajo protección y de importancia para su conservación

Dentro del SA se registraron tres especies de flora bajo protección por parte de la legislación mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010), la cual enlista las especies cuya importancia económica o ecológica provoca que estén en riesgo por lo que se les ha asignado categorías, así como rango de distribución en función de su endemismo. A continuación, se presenta la Tabla 4.17 donde se exponen las especies protegidas por la Legislación Mexicana identificadas dentro del SA.

Tabla 4.17. Especies identificadas en el muestreo e incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Taxa	NOM-059-SEMARNAT-2010	Distribución
<i>Coryphantha echinoidea</i>	Pr	Endémica
<i>Dasylium acrotricum</i>	A	No endémica
<i>Ferocactus histrix</i>	Pr	Endémica

NOM-059-SEMARNAT2010=Norma Oficial Mexicana Pr=Sujeta a protección especial; A=Amenazada.

IV. 2.2.1.9 Especies de interés (uso comercial, local, difícil regeneración etc.)

En el área de estudio se registran 34 especies de interés, de estas algunas cuentan con importancia comercial al ser utilizadas como maderables o para la elaboración de subproductos u ornamentales, así como también algunas especies no cuentan con interés comercial pero sí con interés local para remedios caseros o son alimenticias y forrajeras. De la misma manera 6 de las especies son de difícil regeneración (Cactáceas). A continuación, se enlistan las especies utilizadas en el Sistema Ambiental, también se presenta el uso que recibe cada una de ellas.

Tabla 4.18. Especies de interés identificadas dentro del SA

No	Nombre científico	Nombre común	Uso
1	<i>Asclepias linaria</i>	Hierba pinito	Medicinal (Afecciones digestivas, de la piel y respiratorias, además de laxante contra el estreñimiento)
2	<i>Agave salmiana</i>	Maguey aguamielero	Ornamental, bebidas y alimento (Se puede producir Mezcal y Aguamiel de esta, además las flores son comestibles y del qurote y la cabeza se producen dulce)
3	<i>Agave schottii</i>	Maguey verde	Ornamental, bebidas y alimento (Se puede producir bebida Mezcal de esta, además las flores son comestibles y del qurote y la cabeza de este se producen dulce)
4	<i>Agave schottii</i>	Magueycito	Ornamental y producción de fibra (Se puede extraer de este fibra de ixtle)
5	<i>Dasylium acrotricum</i>	Sotol	Ornamental y bebida (Se produce bebida alcohólica de sotol)

6	<i>Yucca decipiens</i>	Palma china	Ornamental y alimento (Flor y frutos son comestibles)
7	<i>Pittocaulon praecox</i>	Palo loco	Ornamental y medicinal (De las hojas se puede producir un té que ayuda a las infecciones de la piel, heridas y ayuda al reumatismo)
8	<i>Senecio salignus</i>	Asomiate amarillo	Medicinal (Se utiliza contra las fiebres y el reumatismo, así como insecticida en almacenes de maíz)
9	<i>Stevia serrata</i>	Cola de borrego	Medicinal (Se utiliza en malestares estomacales)
10	<i>Coryphantha cornifera</i>	Biznaga partida de cuernos	Ornamental
11	<i>Coryphantha echinoidea</i>	Biznaga	Ornamental
12	<i>Ferocactus histrix</i>	Biznaga Barril	Ornamental
13	<i>Ferocactus latispinus</i>	Lengua de demonio	Ornamental
14	<i>Mammillaria uncinata</i>	Biznaga ganchuda	Ornamental
15	<i>Opuntia joconostle</i>	Xoconostle	Forraje y alimento humano
16	<i>Opuntia leucotricha</i>	Nopal duraznillo	Forraje y alimento humano
17	<i>Opuntia rastrera</i>	Nopal rastrero	Forraje y alimento humano
18	<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal cardón	Forraje y alimento humano
19	<i>Stenocactus dichroacanthus subsp. violaciflorus</i>	Biznaga Cerebro	Ornamental
20	<i>Stenocactus multicosatus subsp. zacatecasensis</i>	Biznaga Cerebro	Ornamental
21	<i>Opuntia robusta</i>	Nopal tapón	Forraje y alimento humano
22	<i>Opuntia megacantha</i>	Nopal	Forraje y alimento humano
23	<i>Echeveria agavoides</i>	Echeveria	Ornamental
24	<i>Acacia shaffneri</i>	Huizache	Maderable
25	<i>Dalea bicolor</i>	Engorda cabra	Forrajera
26	<i>Eysenhardtia punctata</i>	Palo Dulce	Maderable y medicinal (Se utiliza para eliminar cálculos de los riñones)
27	<i>Quercus potosina</i>	Encino	Maderable
28	<i>Aristida adscensionis</i>	Zacate tres barbas	Forrajera
29	<i>Aristida schiedeana</i>	Zacate	Forrajera
30	<i>Bouteloua gracilis</i>	Pasto naajita	Forrajera
31	<i>Muhlenbergia tenuifolia</i>	Zacate spinilla	Forrajera
32	<i>Rhynchelytrum repens</i>	Pasto rosado	Forrajera
33	<i>Scleropogon brevifolius</i>	Zacate burro	Forrajera
34	<i>Loeselia mexicana</i>	Guachichile	Medicinal (Se emplea contra fiebres, disentería, bilis, dolor e inflamación del estómago, tifoidea, bronquitis, gripe, ronquera y tos. Contra la caspa y caída del pelo, rubéola, sarampión y varicela. El cocimiento de las ramas y flor se utiliza en afecciones renales, como diurético y purgante)

IV. 2.2.1.10 Estructura de la vegetación

Dentro del área estudiada (Sistema ambiental) y en las áreas con vegetación forestal existen estructuras de la vegetación muy limitadas, por ser vegetación en su mayoría de material xerófilo; en las partes onduladas (lomas y laderas) y planas (valles y llanos) podemos encontrar especies de *Yucca decipiens* muy dispersas de hasta 10 m de altura, además encontramos un estrato arbustivo de hasta 3 m de altura, donde dominan especies del género *Opuntia*; un estrato más bajo de 0.5 m, hasta 2 metros lo componen especies arbustivas de *Dalea bicolor* y *Mimosa aculeaticarpa*, además de las mismas especies de *Opuntia*; un estrato Subarbustivo de hasta 0.5 m de altura se compone de especies de *Opuntia rastrera*, *Opuntia robusta*, *Ferocactus histrix*, además se acompaña de *Jatropha dioica* y deferentes especies herbáceas del género Asteraceae y Poaceae.

IV. 2.2.1.11 Análisis de los resultados del muestreo de campo (Frecuencia, densidad, dominancia y valor de importancia ecológica)

Valor de importancia ecológica de las especies de vegetación

El valor de importancia es la suma de la densidad relativa, la dominancia relativa y la frecuencia de una especie en una comunidad, se mide en una escala que va de 0 a 3.00 y la especie es más dominante en una comunidad en la medida que sea mayor su valor de importancia.

Con la obtención del Índice de Valor de Importancia a través de la integración de los valores relativos para cada especie, es posible inferir el desarrollo, la ecología y adaptación de esa especie dentro de una comunidad determinada.

Para el cálculo del valor de importancia se necesita de la frecuencia relativa, además del cálculo de la densidad relativa y la dominancia relativa. El valor de importancia relativa es la suma de la frecuencia relativa, más la densidad relativa y la dominancia relativa.

Frecuencia relativa (Fr) = (Frecuencia absoluta de la especie / Frecuencia absoluta de todas las especies) x 100

Densidad relativa (Dr) = (Número de individuos de la especie / Número de individuos de todas las especies) x 100.

Dominancia relativa (Do) = (Dominancia absoluta de la especie / Dominancia absoluta de todas las especies) x 100.

Valor de importancia (V.I.R) = Densidad relativa + Dominancia relativa + Frecuencia relativa.

Tabla 4.19. Valor de Importancia Ecológica de las especies vegetales muestreadas en el estrato arbóreo.

No.	Nombre científico	Nombre común	Da	Dr	Do	Fr	VIE
1	<i>Acacia saffnerii</i>	Huizache	2	7.1429	2.8397	31.5789	41.5615
2	<i>Quercus potosina</i>	Quercus potosina	13	46.4286	15.2546	5.2632	66.9463
3	<i>Schinus molle</i>	Pirul	1	3.5714	1.1734	10.5263	15.2712
4	<i>Yucca decipiens</i>	Palma china	12	42.8571	80.7323	52.6316	176.2210
			28	100.000	100.000	100.000	300.000

De acuerdo al valor de importancia calculado para el estrato arbóreo en el Sistema Ambiental el cual es muy escaso, limitándose solo a cuatro especies, se puede decir que la especie de mayor importancia ecológica es *Yucca decipiens* (Palma china), le siguen *Quercus posina* (Encino), *Acacia shaffnerii* (Huizache) y por último *Schinus molle* (Pirul), con 176.2210, 66.463, 41.5615 y 15.2712 respectivamente.

Tabla 4.20. Valor de Importancia Ecológico de las especies vegetales muestreadas en el estrato arbustivo.

No	Nombre científico	Nombre común	Da	Dr	Do	Fr	VIE
1	<i>Acacia shaffnerii</i>	Huizache	26	0.1975	0.2397	2.2222	2.6544
2	<i>Agave filifera</i>	Cabuyo	205	1.5175	0.5314	1.1111	3.1601
3	<i>Agave salmiana</i>	Magüey pulquero	12	0.0888	0.2800	0.3704	0.7392
4	<i>Agave scabra</i>	Magüey de cerro	1	0.0074	0.0175	0.3704	0.3953
5	<i>Ageratina brevipes</i>		34	0.2517	0.0141	1.1111	1.3769
6	<i>Aloysia gratissima</i>	Vara dulce	17	0.1258	0.0216	0.3704	0.5178
7	<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla	173	1.2806	0.0179	5.9259	7.2245
8	<i>Buddleia scordioides</i>	Escobilla	22	0.1629	0.0023	1.4815	1.6466
9	<i>Buddleja cordata</i>	Tepozán	1	0.0074	0.0017	0.3704	0.3794
10	<i>Buddleja sessiliflora</i>	Hierba de tepozán	8	0.0592	0.0052	1.1111	1.1755
11	<i>Coryphantha cornifera</i>	Biznaga partida de cuernos	5	0.0370	0.0187	0.7407	0.7964
12	<i>Coryphantha echinoidea</i>	Biznaga	3	0.0222	0.0199	0.3704	0.4125
13	<i>Dalea bicolor</i>	Engorda cabra	2,999	22.2000	0.1990	9.2593	31.6583
14	<i>Dasyllirion acrotriche</i>	Soto	89	0.6588	1.5597	2.2222	4.4408
15	<i>Dodonaea viscosa</i>	Jarilla	122	0.9031	0.0506	0.7407	1.6944
16	<i>Echeveria agavoides</i>	Echeveria	4	0.0296	0.0415	0.7407	0.8118
17	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce	24	0.1777	0.0224	1.1111	1.3112
18	<i>Ferocactus histrix</i>	Biznaga barrilito	227	1.6804	17.1601	2.2222	21.0627
19	<i>Ferocactus latispinus</i>	Lengua de demonio	12	0.0888	0.4977	0.3704	0.9569
20	<i>Jatropha gossypifolia</i>	Sangre de drago	6,135	45.4142	2.5447	8.5185	56.4774
21	<i>Koelerlinia spinosa</i>	Junco	174	1.2880	0.0722	1.1111	2.4713
22	<i>Mammillaria uncinata</i>	Biznaga ganchuda	11	0.0814	0.0730	2.9630	3.1174
23	<i>Mimosa</i>	Gatuño	472	3.4940	0.2369	7.7778	11.5086

	<i>aculeaticarpa</i>						
24	<i>Mimosa monancistra</i>	Charrasquillo	6	0.0444	0.0014	0.7407	0.7866
25	<i>Montanoa leucantha</i>	Jaral	2	0.0148	0.000	0.3704	0.3858
26	<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	Nopal cuijo	25	0.1851	0.2592	2.2222	2.6665
27	<i>Opuntia joconoxtle</i>	Xoconostle	8	0.0592	0.1867	1.1111	1.3570
28	<i>Opuntia megacantha</i>	Nopal blanco	215	1.5915	8.9180	1.4815	11.9910
29	<i>Opuntia leucotricha</i>	Nopal duraznillo	516	3.8157	12.0093	7.0370	22.8960
30	<i>Opuntia rastrera</i>	Nopal rastrero	43	0.5183	1.7836	1.4815	3.5834
31	<i>Opuntia robusta</i>	Nopal tapón	702	5.1965	29.1182	10.3704	44.6851
32	<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal cardón	654	4.8412	19.5994	10.3704	34.8110
33	<i>Pittocaulon praecox</i>	Palo loco	23	0.1703	0.0444	1.8519	2.0665
34	<i>Quercus grisea</i>	Encino gris	1	0.0074	0.0001	0.3704	0.3779
35	<i>Quercus potosina</i>	Encino	64	0.4738	0.2849	0.3704	1.1290
36	<i>Salvia chamaedryoides</i>	Chupamirto	145	1.0734	0.0150	1.8519	2.9402
37	<i>Schinus molle</i>	Pirul	1	0.0074	0.0075	0.7407	0.7556
38	<i>Stenocactus dichroacanthus subsp. violaciflorus</i>	Biznaga cerebro	301	2.2281	3.1213	2.9630	8.3124
39	<i>Stenocactus phyllacanthus var. tricuspoidatus</i>	Biznaga cerebro	12	0.0888	0.1008	0.3704	0.5600
40	<i>Yucca decipiens</i>	Palma china	15	0.1110	0.8918	3.7037	4.7065
			13,509	100.0000	100.0000	100.0000	300.0000

De acuerdo al valor de importancia calculado para el estrato arbustivo en el sistema ambiental, se puede decir que las especies de mayor importancia ecológica son *Jatropha dioica* (Sangre de drago), *Opuntia robusta* (Nopal tapón) y *Opuntia streptacantha* (Nopal cardón), con 56.4774, 44.6851 y 34.8111 respectivamente. Las especies de menor importancia ecológica son *Quercus grisea*, *Buddleja cordata*, *Montanoa leucantha*, con 0.3779, 0.3794 y 0.3858 respectivamente; entre otras que presentan un valor muy bajo y que algunas de estas requieren de ser rescatadas y reubicadas para no poner en riesgo su supervivencia en la zona.

Tabla 4.21. Valor de Importancia Ecológica de las especies vegetales muestreadas en el estrato herbáceo

No.	Nombre científico	Nombre común	Da	Dr	Do	Fr	VIE
1	<i>Aristida aspersa</i>	Pasto tres barbas	319	1.1783	0.6005	1.0309	2.8097
2	<i>Aristida schiedeana</i>	Pasto tres barbas	5,311	19.6166	9.9976	10.8247	40.4389

		abierto					
3	<i>Asclepias linaria</i>	Pinillo	38	0.1404	0.2861	6.7010	7.1275
4	<i>Asphodelus fistulosus</i>	Cebollín	30	0.1108	0.3530	0.5155	0.9792
5	<i>Astragalus mollissimus</i>	Garbancillo	3	0.0111	0.0226	0.5155	0.5491
6	<i>Astrolepis sinuata</i>	Helecho ondulado	203	0.7498	2.3883	3.0928	6.2309
7	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	Asomiate amarillo	38	0.1404	0.4471	1.5464	2.1338
8	<i>Bouteloua gracilis</i>	Pasto navajita	7,547	27.8755	7.9013	10.8247	46.6914
9	<i>Brickellia eupatorioides</i> <i>var. chlorolepis</i>		427	1.5772	5.0237	7.7320	14.3328
10	<i>Brickellia laciniata</i>		10	0.0369	0.1177	1.5464	1.7010
11	<i>Brickellia veronicifolia</i>	Mejorana de campo	163	0.6021	0.9397	6.1856	7.7273
12	<i>Castilleja tenuiflora</i>	Calzón de indio	25	0.2031	0.1035	2.0619	2.3685
13	<i>Cheilanthes bonariensis</i>	Helecho de labio	9	0.0332	0.0858	0.5155	0.6345
14	<i>Dichondra argentea</i>	Oreja de ratón plateada	2,140	7.9043	2.2660	2.0619	12.2321
15	<i>Dyssodia acerosa</i>		168	0.6205	0.4941	3.0928	4.2074
16	<i>Eriogonum wrightii</i>	Flor de borrego	73	0.2696	0.2147	1.5464	2.0307
17	<i>Eryngium cymosum</i>	Hierba del sapo	158	0.5836	0.4647	2.0619	3.1102
18	<i>Ipomoea longifolia</i>	Alcaparrón	39	0.1440	0.4588	1.0309	1.6338
19	<i>Isocoma hartwegii</i>	Falsa damiana	16	0.0591	0.1882	1.0309	1.2783
20	<i>Isocoma veneta</i>	Damiana	2,235	8.2552	26.2951	10.8247	45.3750
21	<i>Loeselia mexicana</i>	Guahichile	96	0.3546	0.4066	2.0619	2.8230
22	<i>Muhlenbergia tenuifolia</i>	Zacate espinilla	260	0.9603	0.7647	0.5155	2.2405
23	<i>Physalis patula</i>	Tomatillo pegajoso	4	0.0148	0.0471	0.5155	0.5773
24	<i>Piqueria trinervia</i>	Hierba de San Nicolás	423	1.5624	1.2442	2.5773	5.3839
25	<i>Rhynchelytrum repens</i>	Pasto rosado	1,702	6.2865	3.2039	4.1237	13.6141
26	<i>Salsola tragus</i>	Rodadora	100	0.3694	0.4235	0.5155	1.3084
27	<i>Scleropogon brevifolius</i>	Zacate burro	4,640	17.1382	13.6476	4.1237	34.9095
28	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Trompillo	10	0.0369	0.0294	0.5155	0.5818
29	<i>Stevia salicifolia</i>	Chacal	597	2.2051	3.4417	6.1856	11.8323
30	<i>Stevia serrata</i>	Cola de borrego	13	0.0480	0.0382	1.5464	1.6326
31	<i>Talinopsis frutescens</i>		30	0.1108	0.1729	0.5155	0.7992
32	<i>Tillandsia recurvata</i>	Gallinitas	10	0.0369	16.9418	0.5155	17.4942
33	<i>Verbesina serrata</i>	Vara blanca	7	0.0259	0.0527	1.0309	1.1095
34	<i>Xanthoxylum spinulosum</i>		200	0.7387	0.8471	0.5155	2.1013
			27,074	100.00	100.00	100.00	300.00

De acuerdo al valor de importancia calculado para el estrato herbáceo en el Sistema Ambiental, las especies de mayor importancia ecológica son *Bouteloua gracilis*, *Isocoma veneta*, *Aristida schiedeana*, con 46.6914, 45.375 y 40.3589 respectivamente. Las especies de menor importancia ecológica son *Astragalus mollissimus*, *Physalis patula* y *Solanum elaeagnifolium*, con 0.5491, 0.5773 y 0.5818 respectivamente; entre otras que presentan un valor muy bajo.

IV. 2.2.1.12 Cálculo de la abundancia y diversidad florística (Índice de Shannon – Wiener)

El índice de Shannon o índice de Shannon-Wiener se usa en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad. Este índice se representa normalmente como H y se expresa con un número positivo. Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los menores las zonas desérticas.

La fórmula del índice de Shannon es la siguiente:

$$H = -\sum_{i=1}^s (P_i)(\log_2 P_i)$$

Dónde:

S = número de especies (la riqueza de especies)

P_i = proporción de individuos de la especie *i* respecto al total de individuos

(es decir la abundancia relativa de la especie *i*): $\frac{ni}{N}$

ni = número de individuos de la especie *i*

N = número de todos los individuos de todas las especies

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

El índice de diversidad Shannon-Weaver se fija en cómo una especie se distribuye en el ecosistema. Para realizar este cálculo en el presente Proyecto se tomaron 30 muestras de las poblaciones, observando el área del Sistema Ambiental, contando las diferentes especies de la población de flora en sitios circulares de 17.84 m de radio y una superficie de 1,000 m², para especies arbóreas y arbustivas y para las especies herbáceas se delimitaron círculos centrales con un radio de 5.62 m y una superficie de 100 m² evaluando la abundancia en el lugar. El área total muestreada fue de 3.0 ha, para el estrato arbóreo y arbustivo y de 0.3 ha para el estrato herbáceo.

Estrato Arbóreo

Tabla 4.22 Índice de Shannon de la vegetación del Sistema Ambiental, en el estrato arbóreo

No.	Especie	Nombre Común	No. de Indiv.	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	(pi) x Ln(pi)
1	<i>Acacia staffnerii</i>	Huizache	2	0.07	-2.64	-0.19
2	<i>Quercus potosina</i>	Quercus potosina	13	0.46	-0.77	-0.36
3	<i>Schinus molle</i>	Pirul	1	0.04	-3.33	-0.12

4	<i>Yucca decipiens</i>	Palma china	12	0.43	-0.85	-0.36
			28			-1.027

Tabla 4.23. Resumen del Índice de Shannon en el estrato arbóreo

RIQUEZA S	
H' CALCULADA	1.027
H MAXIMA	1.39
EQUIDAD	0.74
H MAXIMA - H CALCULADA	0.36

El estrato arbóreo del Sistema Ambiental, posee una riqueza específica de 4 especies, las cuales poseen una equidad de 0.74 (media-alta). De acuerdo a la interpretación de Magurran, 1988 en Titira y Boada, 2009, este tipo de vegetación presenta una diversidad baja ya que la H calculada tiene un valor de 1.027 (es menor a 1.59). En cuanto a la diversidad máxima que puede alcanzar el estrato arbóreo en nuestra área de estudio, el valor es de 1.39, lo que supondría obtener una diversidad baja aun (Tabla 4.23).

Estrato Arbustivo

Tabla 4.24. Índice de Shannon de la vegetación del Sistema Ambiental, en el estrato arbustivo

No.	Especie	Nombre Común	No. de Individ.	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	(pi) x Ln(pi)
1	<i>Acacia shaffnerii</i>	Huizacón	26	0.0019	-6.2530	-0.0120
2	<i>Agave filifera</i>	Cabuyo	205	0.0152	-4.1881	-0.0636
3	<i>Agave salmiana</i>	Maguey pulquero	12	0.0009	-7.0262	-0.0062
4	<i>Agave scabra</i>	Maguey de cerro	1	0.0001	-9.5111	-0.0007
5	<i>Ageratina brevipes</i>		34	0.0025	-5.9848	-0.0151
6	<i>Aloysia gratissima</i>	Vara dulce	17	0.0013	-6.6779	-0.0084
7	<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla	173	0.0128	-4.3578	-0.0558
8	<i>Buddleia scordioides</i>	Escobilla	22	0.0016	-6.4201	-0.0105
9	<i>Buddleja cordata</i>	Topozán	1	0.0001	-9.5111	-0.0007
10	<i>Buddleja sessiliflora</i>	Herba de tepozán	8	0.0006	-7.4317	-0.0044
11	<i>Coryphantha cornifera</i>	Biznaga partida de cuernos	5	0.0004	-7.9017	-0.0029
12	<i>Coryphantha echinoidea</i>	Biznaga	3	0.0002	-8.4125	-0.0019
13	<i>Dalea bicolor</i>	Engorda cabra	2,999	0.2220	-1.5051	-0.3341
14	<i>Dasyllirion acrotriche</i>	Sotol	89	0.0066	-5.0225	-0.0331
15	<i>Dodonaea viscosa</i>	Jarilla	122	0.0090	-4.7071	-0.0425
16	<i>Echeveria agavoides</i>	Echeveria	4	0.0003	-8.1248	-0.0024
17	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce	24	0.0018	-6.3331	-0.0113
18	<i>Ferocactus hispidus</i>	Biznaga barrilito	227	0.0168	-4.0862	-0.0687
19	<i>Ferocactus latispinus</i>	Lengua de demonio	12	0.0009	-7.0262	-0.0062

20	<i>Jatropha dioica</i>	Sangre de drago	6,135	0.4541	-0.7895	-0.3585
21	<i>Koeberlinia spinosa</i>	Junco	174	0.0129	-4.6521	-0.0561
22	<i>Mammillaria uncinata</i>	Biznaga ganchuda	11	0.0009	-7.1132	-0.0058
23	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Gatuño	472	0.0349	-3.3541	-0.1172
24	<i>Mimosa monancistra</i>	Charrasquillo	6	0.0004	-7.7194	-0.0034
25	<i>Montanoa leucantha</i>	Jaral	2	0.0001	-8.8180	-0.0013
26	<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	Nopal cuijo	25	0.0019	-6.2922	-0.0116
27	<i>Opuntia joconoxtle</i>	Xoconostle	8	0.0006	-7.4317	-0.0044
28	<i>Opuntia megacantha</i>	Nopal blanco	215	0.0159	-4.1405	-0.0659
29	<i>Opuntia leucotricha</i>	Nopal duraznillo	516	0.0382	-3.2650	-0.1247
30	<i>Opuntia rastrera</i>	Nopal rastrero	43	0.0032	-5.7499	-0.0183
31	<i>Opuntia robusta</i>	Nopal tapón	702	0.0520	-2.9572	-0.1537
32	<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal cardón	654	0.0484	-3.0280	-0.1466
33	<i>Pittocaulon praecox</i>	Palo loco	23	0.0017	-6.3756	-0.0109
34	<i>Quercus grisea</i>	Encino gris	1	0.0001	-9.5111	-0.0007
35	<i>Quercus potosina</i>	Encino	64	0.0047	-5.3522	-0.0254
36	<i>Salvia chamaedryoides</i>	Chupamirto	145	0.0107	-4.5344	-0.0487
37	<i>Schinus molle</i>	Pirul	1	0.0001	-9.5111	-0.0007
38	<i>Stenocactus dichroacanthus subsp. violaciflorus</i>	Biznaga cerebro	301	0.0223	-3.8040	-0.0848
39	<i>Stenocactus phyllacanthus var. tricuspидatus</i>	Biznaga cerebro	12	0.0009	-7.0262	-0.0062
40	<i>Yucca decipiens</i>	Palma china	15	0.0011	-6.8031	-0.0076
			13,509			-1.9328

Tabla 4.25. Resumen del índice de Shannon en el estrato arbustivo.

RIQUEZA S	40
H' CALCULADA	1.93
H MAXIMA	3.69
EQUIDAD	0.52
H MAXIMA/H CALCULADA	1.76

El estrato arbustivo del área del Sistema Ambiental, posee una riqueza específica de 40 especies, las cuales poseen una equidad de 0.52, la cual se considera media. De acuerdo a la interpretación de Magurran, 1988 en Titira y Boada, 2009, este tipo de vegetación presenta una diversidad media ya que el valor de H es 1.93 (valor entre 1.6 y 3.0). Además, la diversidad máxima que puede alcanzar el estrato arbustivo en el área de estudio es de 3.69, lo que aumentaría el nivel de diversidad a alta (Tabla 4.25).

Estrato Herbáceo

Tabla 4.26. Índice de Shannon de la vegetación del Sistema Ambiental, en el estrato herbáceo.

No.	Especie	Nombre Común	No. de Individ.	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	(pi) x Ln(pi)
1	<i>Aristida adscensionis</i>	Pasto tres barbas	319	0.0118	-4.441	-0.052
2	<i>Aristida schiedeana</i>	Pasto tres barbas abierto	5,311	0.1962	-1.629	-0.320
3	<i>Asclepias linaria</i>	Pinillo	38	0.0014	-6.569	-0.009
4	<i>Asphodelus fistulosus</i>	Cebollín	50	0.0011	-6.805	-0.008
5	<i>Astragalus mollissimus</i>	Garbancillo	3	0.0001	-9.108	-0.001
6	<i>Astrolepis sinuata</i>	Helecho ondulado	205	0.0075	-4.893	-0.037
7	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	Asomiate amarillo	38	0.0014	-6.569	-0.009
8	<i>Bouteloua gracilis</i>	Pasto navajita	7,547	0.2788	-1.277	-0.356
9	<i>Brickellia eupatorioides</i> <i>var. chlorolepis</i>		427	0.0158	-4.150	-0.065
10	<i>Brickellia laciniata</i>		10	0.0004	-7.904	-0.003
11	<i>Brickellia veronicifolia</i>	Mejorana de campo	163	0.0060	-5.113	-0.031
12	<i>Castilleja tenuiflora</i>	Calzón de indio	55	0.0020	-6.199	-0.013
13	<i>Cheilanthes bonariensis</i>	Helecho de labio	9	0.0003	-8.009	-0.003
14	<i>Dichondra argentea</i>	Oreja de ratón plateado	2,140	0.0790	-2.538	-0.201
15	<i>Dyssodia acerosa</i>		168	0.0062	-5.082	-0.032
16	<i>Eriogonum wrightii</i>	Flor de borrego	73	0.0027	-5.916	-0.016
17	<i>Eryngium cymosum</i>	Hierba del sapo	158	0.0058	-5.144	-0.030
18	<i>Ipomoea longifolia</i>	Alcaparra	39	0.0014	-6.543	-0.009
19	<i>Isocoma hartwegii</i>	Falsa damiana	16	0.0006	-7.434	-0.004
20	<i>Isocoma veneta</i>	Damiana	2,235	0.0826	-2.494	-0.206
21	<i>Loeselia mexicana</i>	Guachichile	96	0.0035	-5.642	-0.020
22	<i>Muhlenbergia tenuifolia</i>	Zacate espinilla	260	0.0096	-4.646	-0.045
23	<i>Physalis patula</i>	Tomatillo pegajoso	4	0.0001	-8.820	-0.001
24	<i>Piqueria trinervia</i>	Hierba de San Nicolás	423	0.0156	-4.159	-0.065
25	<i>Rhynchelytrum repens</i>	Pasto rosado	1,702	0.0629	-2.767	-0.174
26	<i>Salsola tragus</i>	Rodadora	100	0.0037	-5.601	-0.021
27	<i>Scleropogon brevifolius</i>	Zacate burro	4,640	0.1714	-1.764	-0.302
28	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Trompillo	10	0.0004	-7.904	-0.003
29	<i>Stevia salicifolia</i>	Chacal	597	0.0221	-3.814	-0.084
30	<i>Stevia serrata</i>	Cola de borrego	13	0.0005	-7.641	-0.004
31	<i>Talinopsis frutescens</i>		30	0.0011	-6.805	-0.008
32	<i>Tillandsia recurvata</i>	Gallinitas	10	0.0004	-7.904	-0.003
33	<i>Verbesina serrata</i>	Vara blanca	7	0.0003	-8.260	-0.002
34	<i>Xanthisma pinulosum</i>		200	0.0074	-4.908	-0.036
			27,074			-2.171

Tabla 4.27. Resumen del Índice de Shannon en el estrato herbáceo

RIQUEZA S	34
H' CALCULADA	2.17
H MAXIMA	3.53
EQUIDAD	0.62
H MAXIMA - H CALCULADA	1.36

El estrato herbáceo del Sistema Ambiental, posee una riqueza específica de 34 especies, las cuales poseen una equidad media alta de 0.62. De acuerdo a la interpretación de Magurran, 1988 en Titira y Boada, 2009, este tipo de vegetación presenta una diversidad media ya que la H calculada es de 2.17 (valor entre 1.6 y 3.0). La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo en el área de estudio es de 3.53, lo que aumentaría el nivel de diversidad a alta (Tabla 4.27).

IV.2.2.1.13 Estado de conservación de la flora en el Sistema Ambiental

El Matorral crasicaule representa un importante elemento de la vegetación dentro del SA, aunque está muy fragmentado por la práctica de la agricultura y la ganadería, presentando solo pequeñas islas de vegetación en todo el SA. De 42,062.76 has del polígono ambiental (SA), solo 8,019.03 contienen vegetación forestal, de estas 7,276.75 ha., presentan vegetación de Matorral Crasicaule, las demás se reparten entre Pastizal natural y Bosque de Encino; la superficie en el SA que no presenta vegetación forestal es de 34,043.73 ha, la agricultura es la que presenta mayor superficie, siendo esta de 31,311.92 ha., lo restante se reparte entre asentamientos humanos, cuerpos de agua y vías de comunicación. Del 100% de la superficie del polígono ambiental solo el 19.06% presenta vegetación forestal, mientras que el 80.94% de la superficie esta desprovista de vegetación forestal.

De acuerdo a lo expuesto en el párrafo anterior la vegetación presenta serios impactos por acciones antropogénicas, específicamente la agricultura. En general, dentro del SA se aprecian grandes extensiones con áreas sin vegetación; sin embargo, dentro de las áreas con vegetación se presentan áreas en buen estado de conservación, puesto que hay laderas y cañadas donde se desarrolla vegetación forestal original.

En los claros sin vegetación arbustiva, se han establecido pastos además de otras especies pioneras, la mayoría de las áreas con vegetación forestal tienen un uso de suelo ganadero de tipo extensivo, por lo que la vegetación presenta poco renuevo por la acción del ramoneo del ganado.

En el área donde se pretende el desarrollo del Proyecto, en su mayoría presenta vegetación forestal nativa, es un área que ha sido impactada levemente por actividades de la ganadería. Por lo tanto, se considera que el grado de conservación de la vegetación en el área del Proyecto es bueno, mientras que en el SA podrá considerarse como bajo.

IV.2.2.2 Fauna

IV.2.2.2.1 Introducción

La diversidad faunística dentro del SA delimitado exclusivamente para el Proyecto está interrelacionada directamente con la vegetación y determinada por la variedad de microambientes conformados por la combinación de factores bióticos y abióticos (vegetación ambiente físico). Esto da como resultado una diversidad homogénea en toda la región, con ciertas variantes por aspectos físicos muy sutiles.

Como objetivo principal del muestreo se planteó realizar un listado para conocer la riqueza de especies presentes dentro del SA, así como identificar a las que pudieran estar enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, para así poder determinar las posibles afectaciones por el desarrollo de las actividades del Proyecto y proponer medidas de prevención, mitigación y/o compensación según se requiera. Se identificaron también a las especies que, por sus hábitos y biología, pueden ser consideradas como de baja movilidad²⁰ y que eventualmente sean el objetivo de posibles trabajos (reubicación de fauna).

Para el levantamiento de datos de fauna dentro del SA se realizaron 2 visitas de campo, la primera visita del 1 al 7 de diciembre de 2015 y la segunda visita, del 6 al 11 de junio de 2016.



Figura 4.46. Panorámica dentro del Sistema Ambiental

²⁰ Se consideran especies de baja movilidad a aquellas que por sus características físicas, motrices, conductuales o metabólicas no cuentan con una respuesta rápida o efectiva de desplazamiento ante cualquier disturbio o afectación, y que por consiguiente, hagan necesaria la aplicación de acciones para su rescate y reubicación.

IV.2.2.2.2 Metodología de muestreo

Métodos de detección en silencio

Consistió en la detección en silencio de las especies. Para lograr este tipo de registro es necesaria la cautela, ya que sólo de esa forma el observador puede lograr un mayor acercamiento a los animales. Las observaciones en puntos altos, en donde se procura hacer el mínimo de ruido y movimientos, hacen posible el registro de especies más esquivas. Para el caso de las aves esta es una de las mejores técnicas para realizar observaciones y determinar las especies en ese momento con ayuda de las guías de campo. Esta técnica resultó ser muy útil pues el escaso de la vegetación permitió el registro de diferentes especies en un rango mucho mayor de lo que sería en un ambiente con vegetación más abundante.

Transectos aleatorios no restringidos

También en silencio se hicieron recorridos a pie con la disposición de equipo que incluía: binoculares, cámaras digitales, GPS, planos georeferenciados del SA, guías para la determinación de anfibios, reptiles (Reyna *et. al.*, 2007; Lemos y Smith 2009, etc.), mamíferos (Aranda, 2000; Ceballos y Oliva, 2005; Reid, 2006, Medellín, 2008) y aves (Sibley 2000; Howell & Webb 1995, etc.).

Otra técnica “alternativa” utilizada fue la remoción de rocas y restos vegetales, como troncos, hojas y ramas, con el fin de encontrar especies de reptiles y anfibios que eventualmente utilizan esos sitios para resguardarse. En el Anexo 4.14, se presentan las áreas de muestreo faunístico, así como la localización de las cámaras trampa dentro del Sistema Ambiental.

Técnicas de observación indirecta

En esta técnica se consideraron las señales que los animales dejan de su presencia y actividades (huellas, excretas, marcas, cadáveres, mudas de piel, plumas, etc.). Los recorridos fueron realizados de forma aleatoria y no restringida.

Técnicas de captura

Estas técnicas dirigen su esfuerzo como su nombre lo indica, a la captura de los organismos, ya sea mediante trampas tipos Sherman, Tomahawk, etc. o redes de niebla para la captura de aves y murciélagos (Muñoz *et al.*; 2009).

Para el caso del presente proyecto se utilizaron 6 redes de niebla únicamente para la captura de murciélagos, los registros de las aves fueron basados en observación directa. Cada red de niebla mide 12 m de largo con luz de malla de 30 mm, las cuales fueron abiertas durante seis horas cada noche, a partir del crepúsculo y revisadas a intervalos de 20 minutos.

Para la captura de pequeños roedores se utilizaron un total de 10 trampas Sherman, las cuales fueron colocadas en línea recta a una equidistancia de 10m durante la noche y revisadas por la mañana.

Además de los métodos y técnicas empleadas en los muestreos de fauna, la determinación de especies se vale de la experiencia de los biólogos involucrados y de literatura disponible en internet y literatura como, The American Ornithologists Union (AOU), The Center for North American Herpetology (CNAH) y Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference (3rd ed), principalmente.

El muestreo fue realizado a lo largo y ancho del SA, sin embargo, este se intensificó en aquellas zonas que guardaban un mejor estado de conservación y en las que se incrementaba la posibilidad de registros faunísticos.

Fototrampeo

El fototrampeo es una técnica de observación que consiste en la colocación de cámaras dotadas de sensores de movimiento que son activadas cuando un animal camina frente al objetivo, resultando muy útil para conseguir registros de especies con hábitos nocturnos o que rehúyan la presencia humana. En total se colocaron 8 cámaras trampa dentro del Sistema Ambiental (Anexo 4.14), el esfuerzo de muestreo fue de 2,496 horas de trapeo.

Tabla 4.28. Coordenadas de las Cámaras trampa

No. Cámara trampa	Coordenadas	
	X	Y
1	237277	2420579
2	238397	2419384
3	227938	2417513
4	228178	2417021
5	227586	2417567
6	242522	2430744
7	242489	2429430
8	242654	2428578

IV.2.2.2.3 Composición faunística del área del proyecto (Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos)

Durante los muestreos se lograron registrar 113 especies repartidas en los diferentes grupos de vertebrados terrestres; 1 anfibios, 10 reptiles, 81 aves y 21 especies de mamíferos. Una gran parte de las especies registradas son altamente tolerantes a los ambientes modificados (degradados etc.).

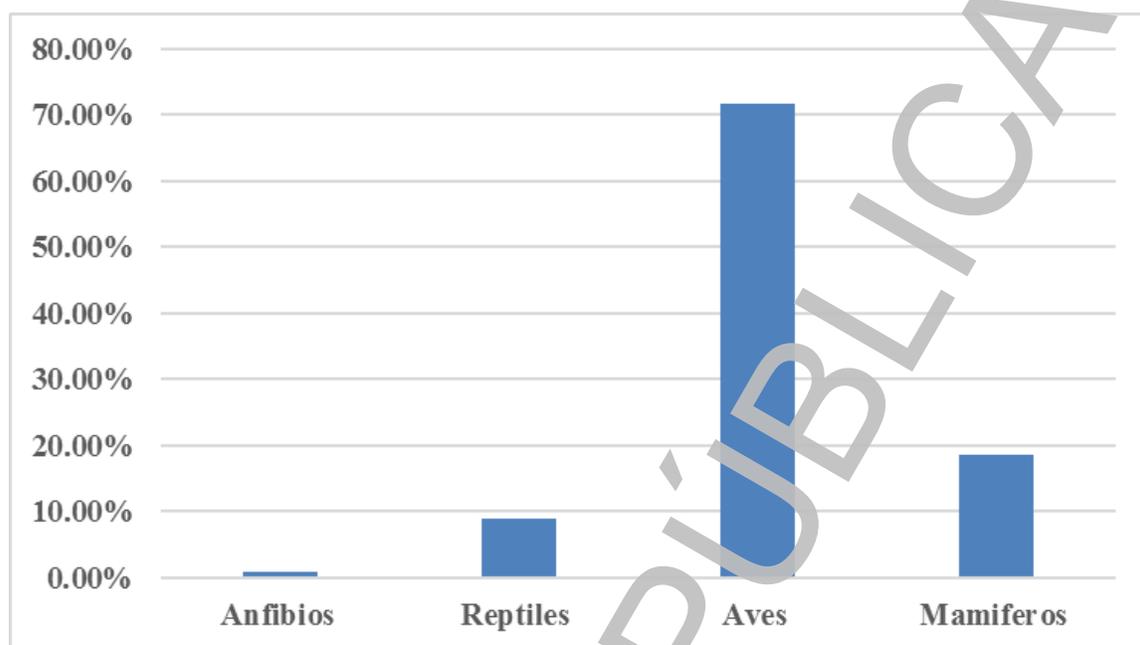


Figura 4.47. Porcentajes de especies registradas para cada grupo zoológico

Enseguida se presentan las tablas de registros obtenidos durante los trabajos de campo, una tabla para cada grupo zoológico.

Anfibios

Durante los trabajos de campo dentro del Sistema Ambiental se registró 1 especie de Anfibio en 1 familias y un solo orden, el registro fue realizado mediante observación directa.

Tabla 4.29. Anfibios registrados dentro del Sistema Ambiental

Orden	Familia	Especie	Nombre	Tipo de registro ⁽¹⁾
Anura	Ranidae	<i>Lithobates montezumae</i>	Rana leopardo de moctezuma	Od

(1) Tipo de registro: Od = Observación directa; C= Cadáver; Ot= Otro

Reptiles

Para el caso en concreto de los reptiles, durante los trabajos en campo se logró el registro de 10 especies, pertenecientes a 4 familias. Al igual que todas las especies de anfibios, las especies de este grupo serán consideradas como de baja movilidad y estarán sujetas a cualquier maniobra que deba ser llevada a cabo para salvaguardar su integridad durante la ejecución del Proyecto. Enseguida se presenta el listado de especies de reptiles que fueron registrados durante los muestreos (Tabla 4.30).

Tabla 4.30. Reptiles registrados dentro del Sistema Ambiental

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Tipo de registro ⁽¹⁾
Testudines	Kinosternidae	<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga pecho quebrado mexicana	Od

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Tipo de registro ⁽¹⁾
Squamata (Suborden lacertidae)	Teiidae	<i>Aspidoscelis gularis</i>	Huico pinto del noroeste	Od
	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus goldmani</i>	Lagartija escamosa de Goldman	Od
		<i>Sceloporus spinosus</i>	Lagartija espinosa	Od
		<i>Sceloporus torquatus</i>	Lagartija espinosa de collar	Od
		<i>Holbrookia approximans</i>	Perrilla de arena	Od
	<i>Phrynosoma orbiculare</i>	Camaleón de montaña	Od	
Squamata (Suborden Serpentes)	Viperidae	<i>Crotalus scutulatus</i>	Víbora de cascabel del altiplano	Od
		<i>Crotalus molossus</i>	Cascabel de cola negra	Od
		<i>Crotalus lepidus</i>	Víbora de cascabel gris	Od

(1) Tipo de registro: Od = Observación directa; C= Cadáver; Ot= Otro

Aves

Debido a sus hábitos y por consiguiente a la facilidad para su observación, las aves son uno de los grupos más ampliamente estudiados y que a su vez arrojan mayor cantidad de datos en corto plazo, lo que es de gran utilidad para el presente estudio, por esta razón son frecuentemente consideradas como un grupo indicador de la estabilidad o desequilibrio ambiental.

En relación a lo anterior, el grupo de las aves fue el mejor representado respecto a los 4 grupos de vertebrados terrestres muestreados durante los trabajos realizados en campo, se registraron un total de 81 especies representantes de 34 Familias y 14 Órdenes taxonómicos.

En la siguiente tabla se presenta el listado de especies registradas dentro del Sistema Ambiental delimitado para el Proyecto.

Tabla 4.31. Aves registradas dentro del Sistema Ambiental

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Tipo de registro ⁽¹⁾
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas americana</i>	Pato chalcuan	Od
		<i>Anas platyrhynchos diazi</i>	Pato de collar mexicano	Od
		<i>Anas clypeata</i>	Pato cucharon norteño	Od
		<i>Anas acuta</i>	Pato Golondrino	Od
		<i>Aythya valisineria</i>	Pato coacoxtle	Od
		<i>Oxyura jamaicensis</i>	Pato tepalcate	Od
		<i>Bucephala albeola</i>	Pato monja	Od
Galliformes	Quonophoridae	<i>Callipepla squamata</i>	Codorniz escamoza	Od
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor Pico Grueso	Od
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	Od
		<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	Od
		<i>Egretta thula</i>	Garceta pie dorado	Od
		<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	Od
		<i>Nycticorax nycticorax</i>	Pedrete corona negra	Od
	Threskiornithidae	<i>Plegadis chihi</i>	Ibiz cara blanca	Od

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Tipo de registro ⁽¹⁾
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aurado	Od
	Accipitridae	<i>Elanus leucurus</i>	Milano cola blanca	Od
		<i>Circus cyaneus</i>	Gavilán rasero	Od
		<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla de Harris	Od
		<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Aguililla cola blanca	Od
	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	Od	
Gruiformes	Rallidae	<i>Fulica americana</i>	Gallarda americana	Od
Charadriiformes	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Cadeflero mexicano	Od
		<i>Recurvirostra americana</i>	Avoceta americana	Od
	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Charlo cildio	Od
	Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Playero alzacolita	Od
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma domestica	Od
		<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma de collar	Od
		<i>Columbina inca</i>	Tortola cola larga	Od
		<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	Od
		<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	Od
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	Od
Strigiformes	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Búho cornudo	Od
		<i>Athene cunicularia</i>	Tecolote llanero	Od
Apodiformes	Trochilidae	<i>Selasphorus platycercus</i>	Zumbador cola ancha	Od
		<i>Cyananthus latirostris</i>	Colibri pico ancho	Od
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	Od
		<i>Picoideus scalaris</i>	Carpintero mexicano	Od
		<i>Colaptes auratus</i>	Carpintero de pechera	Od
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara común	Od
		<i>Falco sparverius</i>	Halcón cernicalo	Od
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax griseus</i>	Mosquero gris	Od
		<i>Sayornis nigricans</i>	Papamoscas negro	Od
		<i>Sayornis saya</i>	Papamoscas Llanero	Od
		<i>Myiarchus cinerascens</i>	Papamoscas cenizo	Od
		<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano gritón	Od
		<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero Cardenal	Od
	Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudón verdugo	Od
	Corvidae	<i>Corvus cryptoleucus</i>	Cuervo llanero	Od
		<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	Od
	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	Od
	Remizidae	<i>Auriparus flaviceps</i>	Baloncillo	Od
	Troglodytidae	<i>Thryomanes bewickii</i>	Salta pared	Od
		<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca del desierto	Od
	Aegithalidae	<i>Psaltriparus minimus</i>	Sastrecillo	Od
	Poliophtilidae	<i>Poliophtila caerulea</i>	Perlita azul gris	Od
Turdidae	<i>Sialia mexicana</i>	Azulejo garganta azul	Od	
Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche	Od	

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Tipo de registro ⁽¹⁾
		<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle Naranja	Od
	Ptiliognatidae	<i>Phainopepla nitens</i>	Capuliner negro	Od
	Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	Chipe amarillo	Od
		<i>Setophaga coronata</i>	Chipe coronado	Od
		<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe corona negra	Od
	Emberizidae	<i>Melospiza fusca</i>	Rascador arroyero	Od
		<i>Spizella passerina</i>	Gorrión ceja blanca	Od
		<i>Spizella pallida</i>	Gorrión pálido	Od
		<i>Spizella atrogularis</i>	Gorrión garganta negra	Od
		<i>Poocetes gramineus</i>	Gorrión cola blanca	Od
		<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión arlequin	Od
		<i>Amphispiza bilineata</i>	Zacatonero garganta negra	Od
	Cardinalidae	<i>Ammodramus savannarum</i>	Gorrión chapulín	Od
		<i>Passerina caerulea</i>	Picogordo azul	Od
	Icteridae	<i>Sturnella magna</i>	Tortilla con chile	Od
		<i>Sturnella neglecta</i>	Tortilla con chile	Od
		<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	Od
		<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojos rojos	Od
		<i>Molothrus ater</i>	Tordo cabeza café	Od
		<i>Icterus parisorum</i>	Bolsero tunero	Od
	Fringilidae	<i>Haemorhous mexicanus</i>	Gorrión mexicano	Od
		<i>Spinus psaltria</i>	Dominico dorsioscuro	Od
	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión casero	Od

Tipo de registro: Od = Observación directa; C= Cadáver; Ot= Otro

La composición de las especies de aves se encuentra estrechamente relacionada con las condiciones del hábitat en cuestión, por lo que uno de los factores que más influyen es la vegetación existente, ya que de esta van de la mano con los distintos nichos ecológicos que ocupan las distintas especies de aves. En este caso la vegetación predominante en el SA corresponde a pastizal natural, matorral crasicaule, bosque de encino y vegetación arbustiva de matorral crasicaule.

Dentro del SA delimitado para el Proyecto se identificó que la distribución de las diferentes especies de aves se asocia principalmente a la disponibilidad de recursos, un claro ejemplo son los cuerpos de agua permanentes y sus zonas aledañas, que resultan especialmente atractivas para aves acuáticas, semiacuáticas y limícolas residentes y migratorias, como es el caso de Patos, Zambullidores, Garzas, Garcetas, Pedretes, Ibices, Gallaretas, Candeleros, Abocetas y Chorlos de las familias: Anatidae, Podicipedidae, Ardeidae, Threskiornithidae, Rallidae, Recurvirostridae Scolopacidae y Charadriidae. Un ejemplo de esto es el humedal que se encuentra en la porción Centro-Oeste del SA, donde se congregan en cantidades importantes de aves como se aprecia en la siguiente figura.



Figura 4.48. Presencia de numerosas especies de aves en humedal en el Centro-Oeste del SA

De igual manera, la disponibilidad de alimento como por ejemplo la gran cantidad de insectos asociados al agua, resultan atractivos para aves pertenecientes a las familias Tyrannidae, (Mosqueros), de los géneros: *Sayornis* y *Tirannus*, Hirundinidae (Golondrinas) como *Hirundo rustica*.

Dado a las características de la vegetación, principalmente arbustiva, favorece la presencia de aves rapaces diurnas y nocturnas de las familias Accipitridae (Gavilanes, Aguillillas, Águilas) como *Accipiter*, *Buteo*, *Geranoaetus*, *Elanus* y *Parabuteo*, así como Strigidos (Búhos y Tecolotes) como *Athene* y *Bubo*, que se ven atraídos por la disponibilidad de presas como son roedores, lagomorfos y numerosas especies de aves propias de matorrales y pastizales como codornices del género *Callipepla*, praderos del género *Sturnella*, y numerosos Gorriones y Zacatoneros pertenecientes a la familia Embericidae de los géneros, *Spizella*, *Chondestes*, *Ammodramus*, *Amphispiza*, *Poocetes* y *Melozone*. De igual manera es frecuente observar cantidades importantes de Tórtolas y Palomas de los géneros, *Columba*, *Zenaid*, *Streptopelia* y *Columbina*.

En zonas de transición entre tipos de vegetación donde es frecuente el desarrollo de malezas es posible observar colibríes, de los géneros *Selasphorus* y *Cynanthus*, así como Pinzones y Jilgueros de la familia Fringillidae de los géneros *Haemorhous* y *Spinus*.

Dentro del SA existen también condiciones de alteración que resultan atractivo para algunas especies asociadas al disturbio, un claro ejemplo de ello es el basurero de Ojuelos, que atrae grandes parvadas de Cuervos (*Corvus sp*) Zopilotes aura (*Cathartes aura*) y Gargas ganaderas (*Bubulcus ibis*).

Las áreas agrícolas son frecuentemente utilizadas por especies de las familias Falconidae como Cernícalos (*Falco sparverius*) y Caracaras (*Caracara cheriway*), así como Mosqueros de los géneros *Tirannus* y *Sayornis*, Picogordos del género *Passerina*, así como Palomas del género *Zenaida*.

De igual manera los asentamientos humanos resultan un hábitat atractivo para numerosas especies como Palomas, Zanates y Gorriones caseros, de los géneros *Columba*, *Columbina*, *Streptopelia*, *Quiscalus* y *Passer* respectivamente.

Mamíferos

Dentro del Sistema Ambiental se registró la presencia de 5 Órdenes de mamíferos, dentro de estos órdenes el más abundante fue el orden Chiroptera con 2 familias y 7 especies. A continuación, se presenta la Tabla 4.32, donde se enlistan las especies de mastofauna registrada durante los muestreos dentro del SA.

Tabla 4.32. Mamíferos registrados dentro del Sistema Ambiental

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Tipo de registro ⁽¹⁾
Chiroptera	Molossidae	<i>Eumops perotis</i>	Murciélago con bonete mayor	Cap
		<i>Nyctinomops macrotis</i>	Murciélago-cola suelta mayor	Cap
		<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago guanero	Cap
	Vespertilionidae	<i>Corynorhinus townsendii</i>	Murciélago orejón de Townsend	Cap
		<i>Idionycteris phyllotis</i>	Murciélago mula de Allen	Cap
		<i>Myotis californicus</i>	Miotis de California	Cap
		<i>Myotis yumanensis</i>	Miotis de Yuma	Cap
Rodentia	Cricetidae	<i>Peromyscus boylii</i>	Ratón arbustero	Cap
		<i>Neotoma leucodon</i>	Rata magueyera	Cap
	Sciuridae	<i>Otospermophilus variegatus</i>	Ardillón	Od
		<i>Spermophilus spilosoma</i>	Ardilla moteada	Od
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	Ct
Carnivora	Mephitidae	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado	Ct
	Mustelidae	<i>Taxidea taxus</i>	Tlalcoyote	M
	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	H
	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	Od, Ct
		<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	E
	Felidae	<i>Lynx rufus</i>	Lince, Gato montes	Ct
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	H
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	Liebre cola negra	Od
		<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo	Od, Ct

(1) Tipo de registro: Od = Observación directa; H= Huella, M = Madriguera, E= Excreta; C= Cadáver; Ct = Cámara trampa, Cap = Capturado, Ot= Otro

A manera de complementar lo expuesto hasta ahora, en el Anexo 4.15 se presenta un reporte fotográfico que muestra algunas de las especies registradas dentro del Sistema Ambiental.

IV.2.2.2.4 Análisis de los resultados del muestreo de campo mediante el índice de diversidad de Shannon-Wiener

Una vez conformado el listado de especies presentes, se procedió a realizar los cálculos correspondientes al índice de Shannon-Wiener, para cada grupo taxonómico. En la Tabla 4.33 se expresa la siguiente fórmula:

$$H = -\sum_{i=1}^s (P_i)(\log_2 P_i)$$

Dónde:

S – número de especies (la riqueza de especies)

P_i – proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): $\frac{n_i}{N}$

n_i – número de individuos de la especie i

N – número de todos los individuos de todas las especies

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el Sistema Ambiental (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

Tabla 4.33. Estimación de los parámetros de Shannon-Wiener para los distintos grupos zoológicos

Grupo zoológico	Especie	Abundancia absoluta (N)	Abundancia relativa (Pi)	Logaritmo (Log)	(Pi)(Log)
Anfibios	<i>Lithobates montezumae</i>	160	1	0	0
Total		160	H=		0
Reptiles	<i>Kinosternon integrum</i>	41	0.1943	1.6383	0.3183
	<i>Aspidozelis galapagensis</i>	57	0.2701	1.3088	0.3536
	<i>Sceloporus goldmani</i>	9	0.0427	3.1546	0.1346
	<i>Sceloporus spinosus</i>	36	0.1706	1.7683	0.3017
	<i>Sceloporus torquatus</i>	43	0.2038	1.5907	0.3242
	<i>Holbrookia approximans</i>	14	0.0664	2.7128	0.1800
	<i>Phrynosoma orbiculare</i>	7	0.0332	3.4059	0.1130
	<i>Crotalus scutulatus</i>	1	0.0047	5.3519	0.0254
	<i>Crotalus molossus</i>	2	0.0095	4.6587	0.0442
	<i>Crotalus lepidus</i>	1	0.0047	5.3519	0.0254
Total		211	H=		1.8202
Aves	<i>Anas americana</i>	74	0.0185	3.9900	0.0738
	<i>Anas platyrhynchos diazi</i>	215	0.0538	2.9234	0.1571

<i>Anas clypeata</i>	90	0.0225	3.7942	0.0854
<i>Anas acuta</i>	47	0.0118	4.4439	0.0522
<i>Aythya valisineria</i>	110	0.0275	3.5936	0.0988
<i>Oxyura jamaicensis</i>	122	0.0305	3.4900	0.1064
<i>Bucephala albeola</i>	18	0.0045	5.4037	0.0243
<i>Callipepla squamata</i>	32	0.0080	4.8283	0.0386
<i>Podilymbus podiceps</i>	11	0.0028	5.8962	0.0162
<i>Ardea herodias</i>	8	0.0020	6.2146	0.0124
<i>Ardea alba</i>	23	0.0058	4.1586	0.0297
<i>Egretta thula</i>	22	0.0055	5.2030	0.0286
<i>Bubulcus ibis</i>	58	0.0145	4.2336	0.0614
<i>Nycticorax nycticorax</i>	51	0.0128	4.3622	0.0556
<i>Plegadis chihi</i>	70	0.0175	4.0456	0.0708
<i>Cathartes aura</i>	79	0.0198	3.9246	0.0775
<i>Elanus leucurus</i>	4	0.0010	6.9078	0.0069
<i>Circus cyaneus</i>	2	0.0005	7.6009	0.0038
<i>Parabuteo unicinctus</i>	5	0.0013	6.6846	0.0084
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	10	0.0025	5.9915	0.0150
<i>Buteo jamaicensis</i>	5	0.0038	5.5860	0.0209
<i>Fulica americana</i>	300	0.0750	2.5903	0.1943
<i>Himantopus mexicanus</i>	200	0.0500	2.9957	0.1498
<i>Recurvirostra americana</i>	187	0.0468	3.0629	0.1432
<i>Charadrius vociferus</i>	8	0.0020	6.2146	0.0124
<i>Actitis macularius</i>	4	0.0010	6.9078	0.0069
<i>Columba livia</i>	90	0.0225	3.7942	0.0854
<i>Streptopelia decaocto</i>	11	0.0028	5.8962	0.0162
<i>Columbina inca</i>	38	0.0095	4.6565	0.0442
<i>Zenaida asiatica</i>	307	0.0768	2.5672	0.1970
<i>Zenaida macroura</i>	214	0.0535	2.9281	0.1567
<i>Geococcyx californianus</i>	26	0.0065	5.0360	0.0327
<i>Bubo virginianus</i>	1	0.0003	8.2940	0.0021
<i>Athene cunicularia</i>	6	0.0015	6.5023	0.0098
<i>Selasphorus platycercus</i>	5	0.0013	6.6846	0.0084
<i>Cyananthus tatrostris</i>	11	0.0028	5.8962	0.0162
<i>Melanerpes formicivorus</i>	17	0.0043	5.4608	0.0232
<i>Picoides scalaris</i>	9	0.0023	6.0968	0.0137
<i>Colaptes auratus</i>	5	0.0013	6.6846	0.0084
<i>Caracara cheriway</i>	12	0.0030	5.8091	0.0174
<i>Falco sparverius</i>	6	0.0015	6.5023	0.0098
<i>Empidonax wrightii</i>	2	0.0005	7.6009	0.0038
<i>Sayornis nigricans</i>	6	0.0015	6.5023	0.0098
<i>Sayornis saya</i>	7	0.0018	6.3481	0.0111

	<i>Myiarchus cinerascens</i>	2	0.0005	7.6009	0.0038
	<i>Tyrannus vociferans</i>	8	0.0020	6.2146	0.0124
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	12	0.0030	5.8091	0.0174
	<i>Lanius ludovicianus</i>	6	0.0015	6.5023	0.0098
	<i>Corvus cryptoleucus</i>	245	0.0613	2.7928	0.1711
	<i>Corvus corax</i>	215	0.0538	2.9234	0.1571
	<i>Hirundo rustica</i>	38	0.0095	4.6535	0.0442
	<i>Auriparus flaviceps</i>	2	0.0005	7.6009	0.0038
	<i>Thryomanes bewickii</i>	3	0.0008	7.1954	0.0054
	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	6	0.0015	6.5023	0.0098
	<i>Psaltriparus minimus</i>	4	0.0010	6.9078	0.0069
	<i>Polioptila caerulea</i>	10	0.0025	5.9915	0.0150
	<i>Sialia mexicana</i>	18	0.0045	5.4037	0.0243
	<i>Toxostoma curvirostre</i>	22	0.0055	5.2030	0.0286
	<i>Mimus polyglottos</i>	4	0.0010	6.9078	0.0069
	<i>Phainopepla nitens</i>	19	0.0048	5.3496	0.0254
	<i>Setophaga petechia</i>	1	0.0003	8.2940	0.0021
	<i>Setophaga coronata</i>	15	0.0038	5.5860	0.0209
	<i>Cardellina pusilla</i>		0.0018	6.3481	0.0111
	<i>Melospiza fusca</i>	20	0.0050	5.2983	0.0265
	<i>Spizella passerina</i>	22	0.0055	5.2030	0.0286
	<i>Spizella pallida</i>	18	0.0045	5.4037	0.0243
	<i>Spizella atrogularis</i>	6	0.0015	6.5023	0.0098
	<i>Pooecetes gramineus</i>	4	0.0010	6.9078	0.0069
	<i>Chondestes grammacus</i>	19	0.0048	5.3496	0.0254
	<i>Amphispiza bilineata</i>	17	0.0043	5.4608	0.0232
	<i>Ammodramus savannarum</i>	6	0.0015	6.5023	0.0098
	<i>Passerina caerulea</i>	3	0.0008	7.1954	0.0054
	<i>Sturnella magna</i>	21	0.0053	5.2495	0.0276
	<i>Sturnella neglecta</i>	11	0.0028	5.8962	0.0162
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	67	0.0168	4.0894	0.0685
	<i>Molothrus aeneus</i>	258	0.0645	2.7411	0.1768
	<i>Molothrus caeruleus</i>	174	0.0435	3.1350	0.1364
	<i>Icterus parisorum</i>	2	0.0005	7.6009	0.0038
	<i>Haemorhous mexicanus</i>	79	0.0198	3.9246	0.0775
	<i>Spizus psaltria</i>	10	0.0025	5.9915	0.0150
	<i>Passer domesticus</i>	88	0.0220	3.8167	0.0840
	Total	4000		H=	3.5579
Mamíferos	<i>Eumops perotis</i>	7	0.0363	3.3168	0.1203
	<i>Nyctinomops macrotis</i>	9	0.0466	3.0655	0.1429
	<i>Tadarida brasiliensis</i>	6	0.0311	3.4709	0.1079
	<i>Corynorhinus townsendii</i>	5	0.0259	3.6533	0.0946

	<i>Idionycteris phyllotis</i>	3	0.0155	4.164	0.0647
	<i>Myotis californicus</i>	7	0.0363	3.3168	0.1203
	<i>Myotis yumanensis</i>	4	0.0207	2.8764	0.0803
	<i>Peromyscus boylii</i>	6	0.0311	3.4709	0.1079
	<i>Neotoma leucodon</i>	7	0.0363	3.3168	0.1203
	<i>Otospermophilus variegatus</i>	13	0.0674	2.6977	0.1817
	<i>Spermophilus spilosoma</i>	16	0.0829	2.4901	0.2064
	<i>Didelphis virginiana</i>	8	0.0415	3.832	0.1319
	<i>Mephitis macroura</i>	7	0.0363	3.3168	0.1203
	<i>Taxidea taxus</i>	2	0.0104	4.5695	0.0474
	<i>Procyon lotor</i>	6	0.0311	3.4709	0.1079
	<i>Canis latrans</i>	10	0.0518	2.9601	0.1534
	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	9	0.0466	3.0655	0.1429
	<i>Lynx rufus</i>	1	0.0057	5.2627	0.0273
	<i>Odocoileus virginianus</i>	5	0.0259	3.6533	0.0946
	<i>Lepus callifornicus</i>	34	0.1762	1.7363	0.3059
	<i>Sylvilagus floridanus</i>	28	0.1451	1.9305	0.2801
	Total	193		H=	2.7592

Como se mencionó anteriormente, los valores resultantes del índice de Shannon-Wiener inferiores a 1.5 se consideran como de diversidad baja, los valores entre 1.6 y 3.0 se consideran como diversidad media, y los valores iguales o superiores a 3.1 se consideran como diversidad alta (Magurran, 1988 en Titira y Boda, 2009).

En la Tabla 4.34 se expone de manera resumida el número de especies registradas, así como el número de individuos y el valor del índice de Shannon-Wiener obtenido para cada grupo zoológico, finalmente una columna con la interpretación del índice de diversidad obtenido.

Tabla 4.34. Índice de diversidad de Shannon-Wiener

Grupo zoológico	Número de especies	Número de Individuos	Índice de Shannon-Wiener	Interpretación del Índice
Anfibios	1	160	0	Diversidad baja
Reptiles	3	211	1.82	Diversidad media
Aves	81	4000	3.55	Diversidad alta
Mamíferos	21	193	2.75	Diversidad media

Como se puede observar en la tabla anterior, y como resultado de los trabajos de campos, el Índice de Diversidad de Shannon-Wiener refleja una “Diversidad baja” para el grupo de los anfibios, y una “Diversidad media” para el grupo de los reptiles, para el grupo de las aves se presenta una “Diversidad alta” y mamíferos se reporta una “Diversidad media”.

IV.2.2.2.5 Especies catalogadas bajo protección y de importancia para su conservación

De las 110 especies de fauna registradas dentro del Sistema Ambiental, se registraron 8 especies (1 anfibio, 3 reptiles, 3 aves y 1 mamíferos) enlistadas en la NOM-O59 SEMARNAT 2010.

Enseguida se presenta la Tabla 4.35, donde se muestran las especies registradas dentro del SA y que tienen presencia en el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 4.35. Especies endémicas y/o con alguna categoría de riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010

Grupo zoológico	Nombre científico	Nombre común	Status dentro de la NOM-059 ⁽¹⁾
Anfibios	<i>Lithobates montezumae</i>	Rana leopardo de Moctezuma	Pr
Reptiles	<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga pecho quebrado mexicana	Pr
	<i>Phrynosoma orbiculare</i>	Camaleón de montaña	A
	<i>Crotalus lepidus</i>	Víbora de cascabel gris	Pr
Aves	<i>Anas platyrhynchos diazi</i>	Pato mexicano	A
	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla de harris	Pr
	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Aguililla cola blanca	Pr
Mamíferos	<i>Taxidea taxus</i>	Tlalcoyotl	A

(1) Norma Oficial Mexicana 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 Pr=Sujeta a protección especial; A=Amenazada, P=Peligro de Extinción.

Cabe mencionar que no se descarta la presencia de especies en alguna de estas categorías que no hayan sido documentadas en el presente apartado de fauna el cual se basa en los resultados obtenidos de los trabajos de campo, por ende, durante la ejecución del Proyecto se deberá tener cuidado con aquellas especies consideradas de “baja movilidad” independientemente si presentan o no, alguna categoría anteriormente mencionada.

IV.2.2.2.6 Especies endémicas

De las 110 especies de fauna registradas dentro del Sistema Ambiental, se registraron 7 especies endémicas (1 anfibio, 5 reptiles y 1 aves). Enseguida se presenta la Tabla 4.36, donde se muestran las especies endémicas registradas durante los trabajos de campo.

Tabla 4.36. Especies endémicas registradas dentro del SA

Grupo zoológico	Nombre científico	Nombre común	E ⁽¹⁾
Anfibios	<i>Lithobates montezumae</i>	Rana leopardo de Moctezuma	E
Reptiles	<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga pecho quebrado mexicana	E
	<i>Sceloporus goldmani</i>	Lagartija escamosa de Goldman	E
	<i>Sceloporus spinosus</i>	Lagartija espinosa	E
	<i>Sceloporus torquatus</i>	Lagartija espinosa de collar	E
	<i>Phrynosoma orbiculare</i>	Camaleón de montaña	E
Aves	<i>Anas platyrhynchos diazi</i>	Pato mexicano	E

(1) E=Endemismo: E= refiere que la especie es exclusiva o no al territorio mexicano.

IV.2.2.2.7 Especies migratorias

Para el caso de las aves, numerosas son las especies que realizan migraciones, principalmente en la temporada invernal (aunque también se registraron especies migratorias de verano), las aves provenientes del norte del continente transitan o invernán en el área donde se localiza el SA.

Como se aprecia en la siguiente tabla, durante los muestreos realizados en campo fue posible el registro de 20 especies de aves migratorias pertenecientes a 4 Órdenes y 8 Familias, es importante destacar que la época del año en el que se realizaron las visitas de campo influyó en la estacionalidad de las especies registradas.

Tabla 4.37. Listado de especies de aves registradas dentro del SA

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas americana</i>	Pato chalcuan
		<i>Anas clypeata</i>	Pato cucharón norteño
		<i>Anas acuta</i>	Pato Golondrino
		<i>Aythya valisineria</i>	Pato coacoxtle
		<i>Bucephala albeola</i>	Pato monja
		<i>Ardea herodias</i>	Garza morena
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Circus cyaneus</i>	Gavilán rastrero
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Actitis macularia</i>	Playero alzacolita
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Epidonax wrightii</i>	Mosquero gris
		<i>Tijarchus cinerascens</i>	Papamoscas cenizo
	Polioptilidae	<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita azul gris
	Ptiliognatidae	<i>Phainopepla nitens</i>	Capulineró negro
	Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	Chipe amarillo
		<i>Setophaga coronata</i>	Chipe coronado
		<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe corona negra
	Emberizidae	<i>Spizella passerina</i>	Gorrión ceja blanca
		<i>Spizella pallida</i>	Gorrión pálido
		<i>Pooecetes gramineus</i>	Gorrión cola blanca
		<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión arlequín
<i>Ammodramus savannarum</i>		Gorrión chapulín	

IV.2.2.2.8 Especies de valor cinegético, comercial, ecológico, u otro

Del total de especies registradas durante los muestreos, se concluye que 13 especies (8 Aves y 5 mamíferos) se enlistan en el calendario oficial de caza de aves y mamíferos para el periodo 2015-2016 del Estado de Zacatecas, según el calendario de épocas hábiles emitido por la SEMARNAT (Tabla 4.38)

Tabla 4.38. Especies en el calendario oficial de épocas hábiles para el periodo 2015-2016 del Estado de Zacatecas

Grupo	Especie	Inicia	Termina	Especie registrada durante el muestreo
Aves	Agachona (<i>Gallinago gallinago</i>)	segundo viernes de noviembre de 2015	primer domingo de marzo de 2016	-
	Codorniz Escamosa (<i>Callipepla squamata</i>)	segundo viernes de diciembre de 2015	cuarto domingo de marzo de 2016	✓
	Ganga (<i>Bartramia longicauda</i>)	primer viernes de agosto de 2015	tercer domingo de septiembre de 2015	-
	Gansos (<i>Anser albifrons, Chen caerulescens</i>)	segundo viernes de noviembre de 2015	primer domingo de marzo de 2016	-
	Grulla gris (<i>Grus Canadensis</i>)	segundo viernes de octubre de 2015	segundo domingo de febrero de 2016	-
	Guajolote Silvestre (<i>Meleagris gallopavo</i>)	ultimo viernes de marzo de 2016	último domingo de mayo de 2016	-
	Palomas (<i>Zenaida asiática, Zenaida macroura</i>)	primer viernes de octubre de 2015	tercer domingo de enero de 2016	✓
	Palomas de collar (<i>Columba fasciata</i>)	primer viernes de octubre de 2015	primer domingo de noviembre de 2015	-
	Patos y cercetas (<i>Anas acuta, A. americana, A. clypeata, A. crecca, A. cyanoptera, A. platyrhynchos, A. discors, A. strepera, Anas diazi, Bucephala albeola, Oxyura jamaicensis</i>)	segundo viernes de noviembre de 2015	primer domingo de marzo de 2016	<i>Anas acuta, A. americana, A. clypeata, A. platyrhynchos, Bucephala albeola, Oxyura jamaicensis.</i>
Mamíferos	Conejos (<i>Sylvilagus floridanus, Sylvilagus audubonii</i>)	primer viernes de noviembre de 2015	tercer domingo de febrero de 2016	<i>Sylvilagus floridanus</i>
	Coyote (<i>Canis latrans</i>)	primer viernes de octubre de 2015	tercer domingo de enero de 2016	✓
	Liebre (<i>Lepus californicus</i>)	primer viernes de noviembre de 2015	tercer domingo de febrero de 2016	✓
	Mapache (<i>Procyon lotor</i>)	primer viernes de octubre de 2015	segundo domingo de febrero de 2016	✓
	Pecarí de collar (<i>Pecari tajacu</i>)	primer viernes de junio de 2015	último domingo de febrero de 2016	-
	Venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>)	cuarto viernes de noviembre de 2015	tercer domingo de febrero de 2016	✓

Dentro del Sistema Ambiental se registraron 13 especies con un valor cinegético según el calendario de épocas hábiles emitido por la SEMARNAT, cabe mencionar que dentro del Sistema Ambiental no se registró la presencia de Unidades de Manejo Ambiental para el aprovechamiento legal y viable de la fauna silvestre, por el contrario, se observó la presencia constante de cazadores furtivos.

Importancia ecológica

Sobre los anfibios y reptiles, existe gran importancia en cuanto al grupo en general y en especies particulares, ya que algunas especies son muy susceptibles a cualquier cambio en su ecosistema y cadena trófica al cual están intrínsecamente vinculados. La importancia biológico-ecológica en este grupo recae principalmente en que son controladores biológicos de plagas e indicadores de la calidad del ecosistema ya que su dieta incluye insectos y en el caso de los reptiles pequeños mamíferos como roedores.

Los reptiles son fuente de alimento para los carnívoros primarios, como por ejemplo los Coyotes y las aves de presa. Así mismo presentan una importancia científica ya que dentro del área de estudio se encuentran especies venenosas como por ejemplo del género *Crotalus*.

Las aves representan un alto valor ecológico-biológico intrínseco ya que son polinizadores de diversas plantas lo que apoya a dar continuidad a estas, esto es como en el caso de la familia *Trochilidae* mejor conocido como grupo de los colibríes.

Algunas especies de aves son dispersoras de semillas, lo que apoya a la regeneración natural de los bosques selvas etc.; son controladores de plagas ya que gran cantidad de aves se alimentan de insectos y las aves rapaces de roedores.

A las aves se les atribuye además un valor económico ya que numerosas especies son comercializadas como animales de compañía u ornamentales por su canto y colorido.

Los mamíferos silvestres poseen una gran gama de características que los hacen ecológicamente imprescindibles en los ecosistemas. Los nichos ecológicos que ocupan este grupo como; herbívoros; dispersores y removedores de semillas; polinizadores; depredadores y carroñeros, afecta las interacciones de los ecosistemas donde habitan, modificándolos constantemente.

IV.2.2.2.9 Estado de conservación de la zona para la fauna

La mayor parte de la superficie del Sistema Ambiental se encuentra la presencia de monocultivos de temporal anual, esto ha modificado el componente vegetal, el cual funge como hábitat para la fauna silvestre, la mayor parte de las especies registradas durante los trabajos de campo, refieren a especies que han desarrollado tolerancia a la perturbación antrópica, sin dejar de lado que de igual manera aún siguen persistiendo especies menos tolerantes dentro de algunos de los parches de vegetación natural dentro del Sistema Ambiental y que aun brindan, sino es que las condiciones idóneas, sí las condiciones para que la fauna siga persistiendo en estos hábitats.

Durante los recorridos dentro del Sistema Ambiental fue muy notoria la presencia de cazadores furtivos, esta actividad al no ser regulada afecta las poblaciones de especies silvestres en la región.

IV.2.3. Paisaje

IV.2.3.1 Introducción

La percepción del ambiente no solo interesa por ser el origen de los fenómenos culturales o en la interpretación del entorno, sino que además, es necesaria para comprender y gestionar mejor los recursos naturales y el patrimonio que éstos representan, mediante el proceso de percepción, el cual funciona mediante la selección de información, reconocimiento e interpretación visual de un área en específico, habiendo diversas percepciones para distintos individuos (función de su bagaje cultural y su experiencia personal).

A pesar de las diferencias de percepción individuales, hay patrones comunes a identificar y valorar en los paisajes, que ayudan a clasificar y ubicar cartográficamente las unidades de paisaje, a partir de la evaluación cualitativa y posteriormente cuantitativa de los componentes naturales, componentes antrópicos y las interrelaciones entre ellos.

IV.2.3.2 Metodología de Evaluación

A la par de los trabajos para el análisis de flora y fauna, se realizaron recorridos dentro del Sistema Ambiental del 6 al 11 de junio del 2016, tomando evidencia gráfica de las condiciones naturales y antrópicas actuales en la zona de estudio. Posteriormente en gabinete se procedió a segregar el paisaje general en base a Escribano, P. y Martínez, J. E. (1989), obteniendo un plano cartográfico con unidades de paisaje, las cuales mantienen las mismas características de relieve, formaciones rocosas, presencia de agua, patrones de vegetación, asentamientos humanos, actividades agropecuarias, etc.

Al haber realizado la delimitación espacial de las unidades del paisaje en el Sistema Ambiental, se procede a la valoración de las características de los factores físicos y biológicos asignándoles un valor intrínseco lo cual fue valorado mediante los métodos propuestos por USDA ForestService (1974), Bureau of Land Management de Estados Unidos (1980) y Escribano et al. 1987.

IV.2.3.3 Unidades del Paisaje

Para tener una mejor perspectiva de la calidad y fragilidad visual del paisaje en el Sistema Ambiental se ha considerado la delimitación de unidades de paisaje, en dicha delimitación se contempla la homogeneidad del territorio y además como elemento principal de división de unidades de paisaje se consideran las acciones antrópicas.

Para detallar en la delimitación de dichas unidades se utilizó el método de individualización de unidades irregulares con el apoyo de la forma y estructuras encontradas en el SA. En este sentido, la categorización paisajista en el SA se divide en 4 unidades de paisaje; la primera está catalogada como cerro con laderas tendidas (libre a casi libre de acciones antrópicas); la segunda, llanuras con agricultura (presencia de acciones antrópicas); la tercera, lomeríos (libre a casi libre de acciones antrópicas); y la cuarta, laderas escarpadas (libre de acciones antrópicas). Ver Figura 4.49 y para mejor detalle ver plano en el Anexo 4.16.

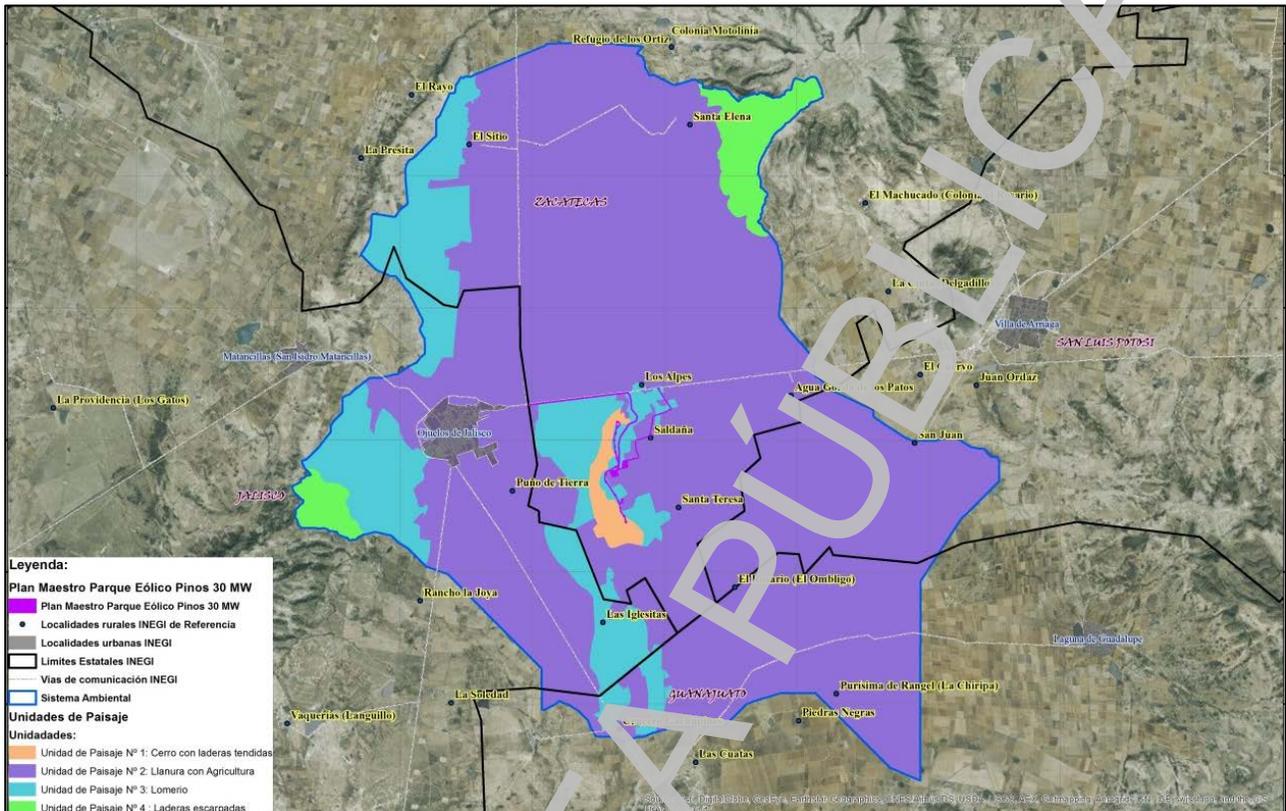


Figura 4.49. Unidades de Paisaje en el Sistema Ambiental

A continuación, se presentan figuras con las vistas representativas de las unidades del paisaje.



Figura 4.50. Unidad de Paisaje N°1 Cerro con laderas tendidas



Figura 4.51. Unidad de Paisaje N°2 Llanuras con agricultura



Figura 4.52. Unidad de Paisaje N°3 Lomerío



Figura 4.53. Unidad de Paisaje N°4 Laderas escarpadas

IV.2.3.3.1 Calidad Visual

La calidad visual determinada para cada unidad del paisaje es el resultado de la suma de tres elementos de percepción; las características intrínsecas; calidad visual del entorno inmediato y calidad del fondo escénico.

A continuación, se propone la cualificación de la calidad del paisaje según una calificación en tres clases de la calidad visual según el resultado de la valoración generalista de los componentes del paisaje, ver Tabla 4.39.

Tabla 4.39. Criterios de evaluación de calidad visual del paisaje

Valoración	Calidad Visual
Alta	Áreas de calidad alta, con rasgos singulares y sobresalientes (28 a 30 puntos).
Media	Áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales (17 a 27 puntos).
Baja	Áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color línea y textura (6 a 16 puntos).

Se determinó la calidad visual de las unidades de paisaje según la adaptación de lo propuesto por USDA ForestService (1974) y Bureau of Land Management de Estados Unidos (1980). Esta metodología considera el análisis de las unidades de paisaje de acuerdo a una valoración de las características de sus componentes biofísicos, estéticos y antropicos. En la Tabla 4.40 se presentan los elementos a ser valorados.

Tabla 4.40. Elementos valorados para determinar la Calidad Visual de Paisaje

Elemento valorado	Calidad visual paisajística		
	Alta	Media	Baja
Morfología o Topografía	Pendientes de más de un 30%, estructuras morfológicas y muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos.	Pendiente entre 15 y 30%, estructuras morfológicas con modelado suave u ondulado.	Pendientes entre 0 a 15%. Dominancia del plano horizontal de visualización. Ausencia de estructuras de contraste o jerarquía visual.
Valores:	5	3	1
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación y reproducción alimentación.	Presencia de fauna nativa esporádicamente dentro de la unidad sin relevancia visual, presencia de animales domésticos (ganado).	No hay evidencia de presencia de fauna nativa. Sobrepastoreo o crianza masiva de animales domésticos.
Valores:	5	3	1
Vegetación	Presencia de masas vegetales de alta dominancia visual. Alto porcentaje de especies nativas.	Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona. Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual.	Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo el 50%. Presencia de áreas con erosión son vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.
Valores:	5	3	1
Formas de agua	Presencia de cuerpos	Presencia de cuerpos	Ausencia de cuerpos

Elemento valorado	Calidad visual paisajística		
	Alta	Media	Baja
	de agua, con significancia en la estructura global del paisaje.	de agua, pero sin jerarquía visual.	de agua.
Valores:	5	3	1
Acción Antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas.	La calidad escénica está modificada en menor grado por obras que no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje.
Valores:	2	1	0
Fondo Escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y proyecciones visuales de alta significancia visual.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada.	El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada.
Valores:	5	3	1
Variabilidad Cromática	Combinaciones de color intensas y variadas. Contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua.	Alguna variedad e intensidad en color y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación en color o contraste, colores homogéneos o continuos.
Valores:	5	3	1
Singularidad o Rareza	Paisaje único con riqueza de elementos singulares.	Característico, pero similar a otros de la región.	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares.
Valores:	5	2	0

A continuación se presenta la valoración de la calidad visual de las unidades de paisaje determinadas para el SA.

Tabla 4.41. Unidad de Paisaje N°1 Cerro con laderas tendidas

Elemento Valorado	Calidad Visual
Morfología o Topografía	Baja (1)
Fauna	Alta (5)
Vegetación	Media (3)
Forma de agua	Baja (1)
Acción Antrópica	Alta (2)
Fondo Escénico	Media (3)

Variabilidad Cromática	Alta (5)
Singularidad o Rareza	Media (2)
Valoración Final	Media (22)

Tabla 4.42. Unidad de Paisaje N°2 Llanuras con agricultura

Elemento Valorado	Calidad Visual
Morfología o Topografía	Baja (1)
Fauna	Media (3)
Vegetación	Baja (1)
Formas de agua	Media (3)
Acción Antrópica	Baja (0)
Fondo Escénico	Media (3)
Variabilidad Cromática	Baja (1)
Singularidad o Rareza	Baja (0)
Valoración Final	Baja (12)

Tabla 4.43. Unidad de Paisaje N°3 Lomerío

Elemento Valorado	Calidad Visual
Morfología o Topografía	Baja (1)
Fauna	Alta (5)
Vegetación	Media (3)
Formas de agua	Media (3)
Acción Antrópica	Media (1)
Fondo Escénico	Media (3)
Variabilidad Cromática	Media (3)
Singularidad o Rareza	Media (2)
Valoración Final	Media (21)

Tabla 4.44. Unidad de Paisaje N°4 Laderas escarpadas

Elemento Valorado	Calidad Visual
Morfología o Topografía	Alta (5)
Fauna	Alta (5)
Vegetación	Media (3)
Formas de agua	Media (3)
Acción Antrópica	Alta (2)
Fondo Escénico	Media (3)
Variabilidad Cromática	Alta (5)
Singularidad o Rareza	Media (2)
Valoración Final	Alta (28)

De acuerdo a la valoración de calidad visual hecha para cada unidad de paisaje delimitada para el SA, se presenta el siguiente análisis.

Las unidades N°1 y N°3 presentan calidad visual media, los elementos valorados poseen moderada calidad en la variedad de la forma, color y línea. Entre las características que se presentan con calidad baja y moderada se encuentran, pendientes menores de 15% con dominancia del plano horizontal de visualización, existencia de cuerpos de agua, pero sin jerarquía visual, presencia de vegetación con baja estratificación, libre a casi libre de acciones antrópicas estéticamente no deseadas, el paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética de dichas unidades; por otro lado, los elementos que se encuentran con alta calidad visual son: presencia de fauna nativa y áreas de nidificación, reproducción y nidificación, combinaciones de color intensas y variadas, contrastes del suelo, rocas y vegetación, en consideración a lo anteriormente expuesto se considera a dichas unidades de paisaje como áreas poco singulares puesto que se presentan similares a otros de la región.

Unidad N°2 presenta calidad visual baja, dado a que la mayor superficie se presenta con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura. El principal elemento valorado que reduce la calidad visual son las modificaciones antrópicas (actividades de agricultura) que se presentan en forma intensa y extensa que reducen o anulan la calidad visual del paisaje, de la misma forma, otros elementos valorados que reducen la calidad a dicha unidad son, pendientes no mayores a 15%, con dominancia del plano horizontal, presencia de fauna nativa esporádica y presencia de animales domésticos, presencia de cuerpos de agua pero sin jerarquía visual, el paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética de dicha área, en consideración a lo anteriormente expuesto se concluye que el paisaje que se presenta en la unidad de paisaje valorada es común, inexistencia de elementos únicos o singulares, dando lugar a sitios homogéneos o continuos con poca variación en el color y contraste.

Unidad N°4 presenta calidad visual alta, es decir, los elementos valorados poseen alta calidad por la variedad en la forma, color y línea. La mayor parte de los elementos valorados presentan calidad visual media y alta, entre los cuales se presenta la presencia de estructuras morfológicas con pendientes mayores a 30%, combinaciones de color intensas y variadas, contrastes evidentes entre el suelo, vegetación y rocas, presencia de fauna nativa y áreas de nidificación, reproducción y nidificación, libre a casi libre de acciones antrópicas estéticamente no deseables, presencia de cuerpos de agua, pero sin jerarquía visual, presencia de vegetación con baja estratificación de especies, el sitio es característico pero similar a otros de la región.

A continuación, en la Figura 4.54 se puede ver la calidad visual que se presenta en el SA y para mejor detalle ver Anexo 4.17.

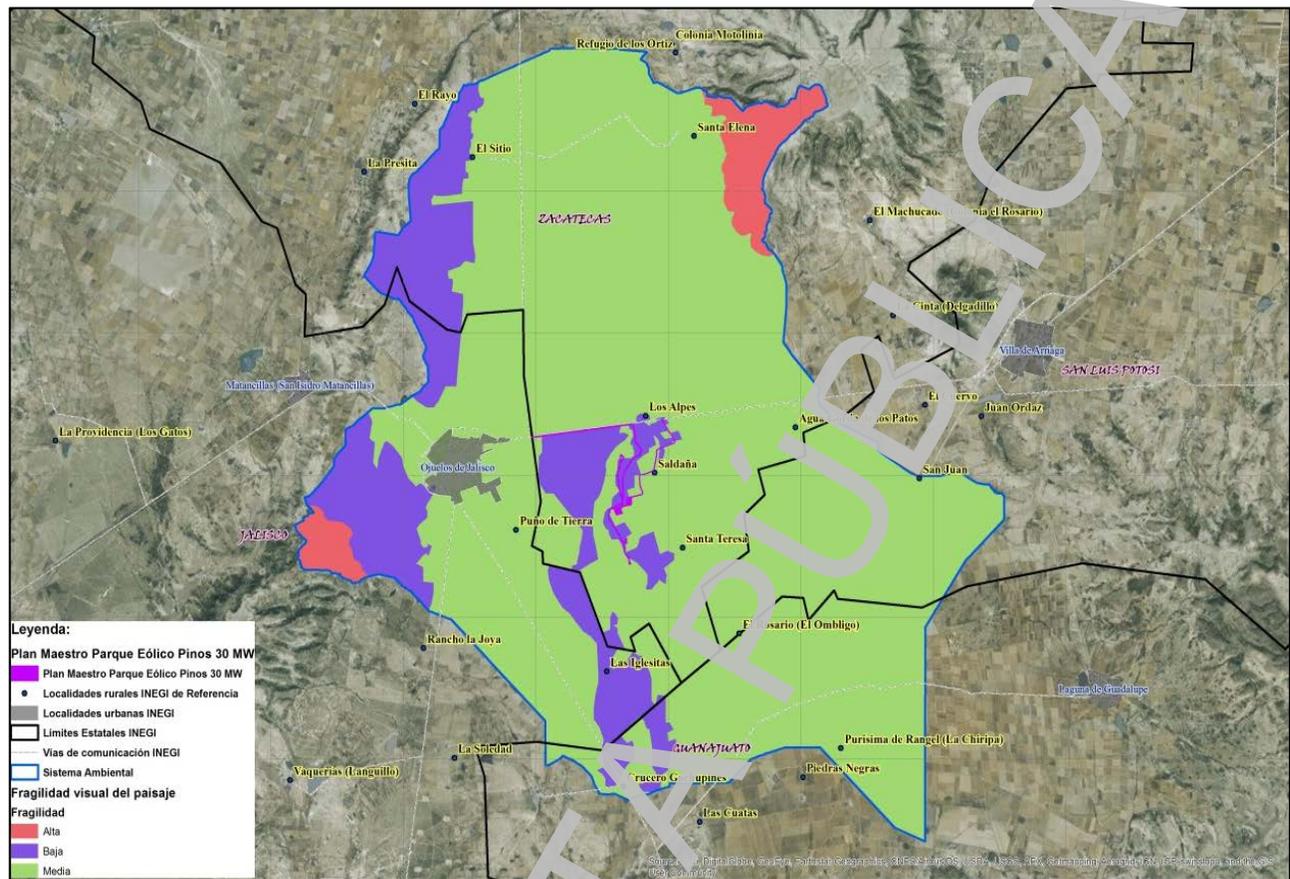


Figura 4.54. Calidad visual del paisaje en el SA

IV.2.3.3.2 Fragilidad Visual

La valoración final de fragilidad visual se obtiene de la suma de los valores de los elementos valorados a cada unidad de paisaje, en la Tabla 4.45 se presentan los rangos de valoración.

Tabla 4.45. Criterios de evaluación de Fragilidad Visual

Valoración	Fragilidad Visual
Alta	21 a 27 puntos
Media	15 a 20 puntos
Baja	9 a 14 puntos

La determinación de la Fragilidad Visual permite evaluar la capacidad de absorción y respuesta de las unidades de paisaje ante las obras y actividades del Proyecto, y se analizó según el modelo general de fragilidad visual de Escribano et al. 1987. En esta metodología son analizados y clasificados las unidades del paisaje, en función de una selección de los principales componentes del paisaje, divididos en 4 factores (biofísicos, visualización, singularidad y accesibilidad). En la siguiente Tabla 4.46 se presenta la escala valórica.

Tabla 4.46. Elementos valorados para determinar la Fragilidad Visual del Paisaje

Factor	Elemento de influencia	Fragilidad Visual de Paisaje		
		Alta	Media	Baja
Biofísicos	Pendiente	Pendiente de más un 30%, terrenos con dominio del plano vertical de visualización.	Pendientes entre 15 y 30%, terrenos con modelados suaves u ondulados.	Pendientes entre 0 a 15%, terrenos con plano horizontal de dominancia visual.
	Valores:	3	2	1
	Vegetación (densidad)	Grandes espacios sin vegetación. Agrupaciones aisladas, dominancia estrato herbáceo.	Cubierta vegetal discontinua. Dominancia de estrato arbustiva o arbórea aislada.	Grandes masas boscosas. 100% de ocupación de suelo.
	Valores:	3	2	1
	Vegetación (contraste)	Vegetación monoespecífica. Escasez vegetal, contrastes poco evidentes.	Diversidad de especies media.	Alto grado en variedad de especies. Contrastes fuertes. Gran estacionalidad de especies.
	Valores:	3	2	1
	Vegetación (altura)	Vegetación arbustiva o herbácea, no sobrepasa los 2 metros de altura.	No hay gran altura de las masas (< 10 m). Baja diversidad de estratos.	Gran diversidad de estratos. Alturas sobre los 10 m.
Valores:	3	2	1	
Visualización	Tamaño cuenca visual	Visión de carácter cercana o próxima (0 a 1000m). Dominio de los primeros planos.	Visión media (1000 a 4000m). Dominio de los planos medios de visualización.	Visualización de carácter lejano o a zonas distintas mayores a 4000 m.
	Valores:	3	2	1
	Forma cuenca visual	Cuencas alargadas, generalmente unidas en el flujo visual.	Cuencas irregulares, mezcla de ambas categorías.	Cuencas regulares extensas, generalmente redondeadas.
Valores:	3	2	1	
	Capacidad	Vistas panorámicas abiertas. El paisaje	El paisaje presenta zonas de	Vistas cerradas u obstaculizadas.

Factor	Elemento de influencia	Fragilidad Visual de Paisaje		
		Alta	Media	Baja
		no presenta elementos que obstruyan los rayos visuales.	menor incidencia visual, pero en bajo porcentaje.	Presencia constante de zonas de sombras o menor incidencia visual.
	Valores:	3	2	1
Singularidad	Unidad de paisaje	Paisaje singular con riqueza de elementos únicos y distintivos.	Paisaje de poca importancia visual pero habitual, sin presencia de elementos singulares.	Paisaje común, sin riqueza visual o muy alterada.
	Valores:	3	2	1
Accesibilidad	Visual	Percepción visual alta. Visible a distancia y sin mayor restricción.	visibilidad media, ocasional, combinación de ambos niveles.	Baja accesibilidad visual, vistas repentinas, escasas y breves.
	Valores:	3	2	1

A continuación, se presenta los resultados del análisis de fragilidad visual para cada una de las unidades de paisaje del polígono ambiental.

Tabla 4.47. Unidad de Paisaje N°1 Cerro con laderas tendidas

Factor	Elemento de Influencia	Fragilidad Visual
Biofísicos	Pendiente	Media (2)
	Vegetación (densidad)	Media (2)
	Vegetación (contraste)	Media (2)
	Vegetación (altura)	Media (2)
Visualización	Tamaño de la cuenca visual	Media (2)
	Forma de la cuenca visual	Media (2)
	Capacidad	Media (2)
Singularidad	Unidad del paisaje	Media (2)
Accesibilidad	Visual	Media (2)
Valoración Final		Media (18)

Tabla 4.48. Unidad de Paisaje N°2 Llanuras con agricultura

Factor	Elemento de Influencia	Fragilidad Visual
Biofísicos	Pendiente	Baja (1)
	Vegetación (densidad)	Alta (3)
	Vegetación (contraste)	Alta (3)
	Vegetación (altura)	Alta (3)
Visualización	Tamaño de la cuenca visual	Media (2)

	Forma de la cuenca visual	Baja (1)
	Capacidad	Alta (3)
Singularidad	Unidad del paisaje	Baja (1)
Accesibilidad	Visual	Alta (3)
Valoración Final		Media (20)

Tabla 4.49. Unidad de Paisaje N°3 Lomerío

Factor	Elemento de Influencia	Fragilidad Visual
Biofísicos	Pendiente	Baja (1)
	Vegetación (densidad)	Media (2)
	Vegetación (contraste)	Media (2)
	Vegetación (altura)	Media (2)
Visualización	Tamaño de la cuenca visual	Baja (1)
	Forma de la cuenca visual	Baja (1)
	Capacidad	Media (2)
Singularidad	Unidad del paisaje	Media (2)
Accesibilidad	Visual	Baja (1)
Valoración Final		Baja (14)

Tabla 4.50. Unidad de Paisaje N°4 Laderas Escarpadas

Factor	Elemento de Influencia	Fragilidad Visual
Biofísicos	Pendiente	Alta (3)
	Vegetación (densidad)	Media (2)
	Vegetación (contraste)	Media (2)
	Vegetación (altura)	Alta (3)
Visualización	Tamaño de la cuenca visual	Media (2)
	Forma de la cuenca visual	Alta (3)
	Capacidad	Alta (3)
Singularidad	Unidad del paisaje	Media (2)
Accesibilidad	Visual	Media (2)
Valoración Final		Alta (22)

De acuerdo al método para valorar la fragilidad que presentan las unidades de paisaje determinadas para el Sistema Ambiental, se infiere lo siguiente:

Unidad N°1 presenta fragilidad visual media. La mayoría de los elementos valorados presentan fragilidad visual media, las pendientes no son mayores al 30%, siendo una superficie con relieve ligeramente ondulado y suave, la cubierta de la vegetación es discontinua, no hay gran altura en la vegetación, diversidad de especies media, presenta áreas erosionadas, dominio de los planos medios de visualización (visión no mayor a los 4,000 m), cuencas irregulares (mezcla de cuencas alargadas y redondeadas), el paisaje que se presenta es de importancia visual pero habitual, sin presencia de elementos singulares. De forma general en consideración a la valoración de dicha unidad de paisaje se concluye que la capacidad de absorción y respuesta del paisaje ante cualquier obra proyectada en dicha superficie es moderada.

Unidad N°2 presenta fragilidad visual media, en dicha unidad se encuentran actividades antrópicas como lo es la agricultura, por la cual es evidente la ausencia de diversidad de especies vegetales, la forma de las cuencas visuales es redondeadas donde la visión es de carácter medio no mayor a los 4,000 metros, las vistas panorámicas no presentan elementos que obstruyan los rayos visuales, el paisaje que se presenta en dicha unidad es común sin riqueza visual además de estar muy alterado por acciones antrópicas.

Unidad N°3 presenta fragilidad visual baja, la mayoría de los elementos valorados presentan fragilidad visual media y baja, la capacidad de absorción y respuesta del paisaje ante cualquier obra proyectada en dicha superficie es alta.

Unidad N°4 presenta fragilidad visual alta, entre los elementos valorados se encuentra la inclinación del terreno; en los sitios con pendientes de más de 30%, con dominio del plano vertical de visualización se consideran altamente frágiles por producirse mayor exposición de las acciones, además de que la forma alargada de las cuencas permite direccionalidad a la vista, generalmente unidas en el flujo visual, por lo cual se considera un elemento frágil. La altura de la vegetación no sobrepasa los 10 metros de altura, diversidad de especies media, dominancia de estrato arbustivo. El paisaje presenta vistas panorámicas abiertas, además de no presentar elementos que obstruyan los rayos visuales. El paisaje se presenta con importancia visual pero habitual, sin presencia de elementos singulares. En forma general la mayoría de los elementos valorados presentan fragilidad media a alta, por lo cual la capacidad de absorción y respuesta del paisaje ante cualquier obra proyectada es baja.

A continuación, en la Figura 4.55 se puede apreciar la fragilidad visual que se presenta en el SA y para mejor detalle ver Anexo 4.18.

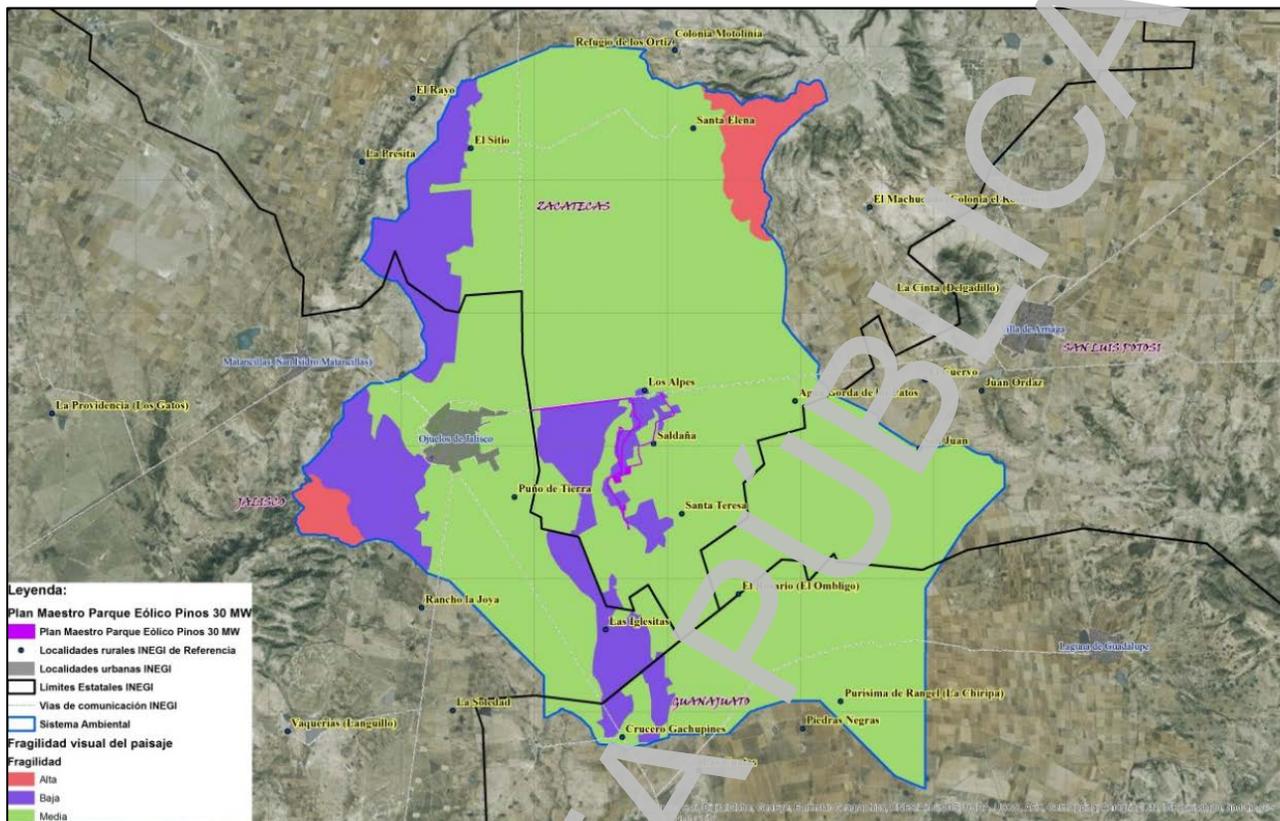


Figura 4.55. Fragilidad visual del paisaje en el SA

IV. 2.3.4 Cuenca Visual (Visibilidad)

Para conocer la superficie o zonas que serán vistas desde el área del Proyecto, se utilizó la herramienta *crate Viewshed* del Arcgis 9.3. Esta herramienta contempla como principal insumo el modelo de elevación (DEM), mas no tiene en cuenta factores como edificaciones, arbolado, etc.

La mayor parte de la superficie del Sistema Ambiental se encuentra representada por llanuras en la cual se desarrollan principalmente actividades antrópicas (agricultura y ganadería), el Proyecto se ubicará en la parte central del polígono ambiental en una superficie elevada denominada como cerro La Alberca y cerro La Calabaza. En consideración a la forma del terreno y las características del Proyecto, este podrá ser visible en 94.26% de la superficie del SA, ver Figura 4.56 y para un mejor detalle ver Anexo 4.19.

Tabla 4.51. Visibilidad del Proyecto en el Sistema Ambiental

Visibilidad	Superficie del Sistema Ambiental (%)	Superficie del Sistema Ambiental (Ha)
No Visible	2,410.39	5.73
Visible	39,637.29	94.26

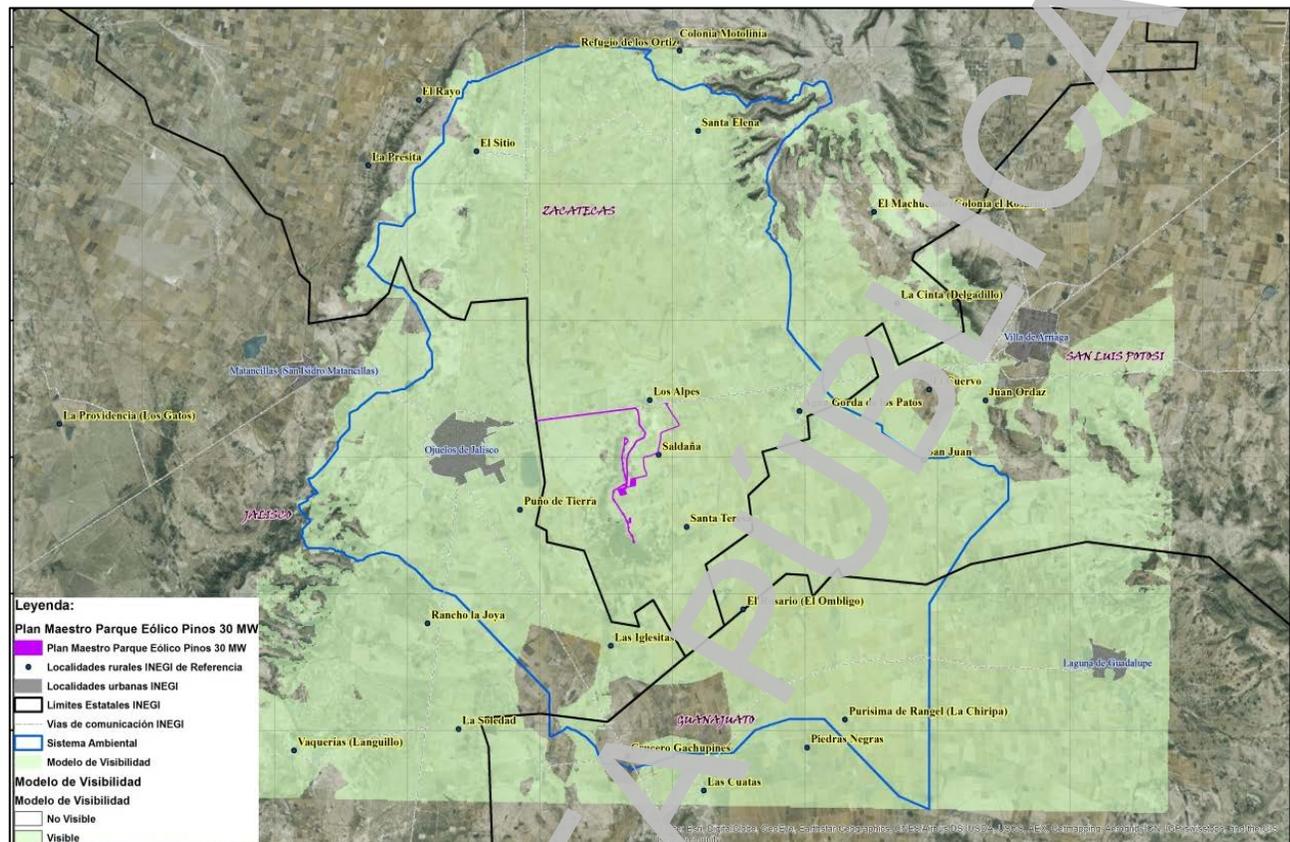


Figura 4.56. Visibilidad del Proyecto en el Sistema Ambiental

IV.2.4. Medio socioeconómico

IV.2.4.1 Factores socioculturales y económicos de la región: Educación, vivienda y derechohabiencia

El Sistema Ambiental del Proyecto se encuentra entre los límites estatales de Jalisco, San Luis Potosí, Guanajuato y Zacatecas. Al Sur este último, se ubica el Proyecto *Parque Eólico Pinos 30MW* en el municipio de Pinos, donde se acontecerán impactos positivos desde el punto de vista económico durante el desarrollo y mantenimiento del Parque, además de contribuir con la generación de energía eléctrica para la región a partir de fuentes renovables.

El Estado de Zacatecas, según resultados del censo de población y vivienda 2010 del INEGI, cuenta con 1'490'668 habitantes, de los cuales 726,897 son hombres y 763,771 son mujeres. Zacatecas agrupa el 1.3% de la población nacional, siendo el municipio de Fresnillo el más habitado con el 14.3% de la población estatal residiendo en el municipio.

En el municipio de Pinos habita aproximadamente el 4.69% de la población total Estatal. En la Tabla 4.5.2 se presentan los datos de la población por género.

Tabla 4.52. Porcentaje poblacional por sexo dentro del municipio de Pinos

Municipio	Población Total (2010)	Población Masculina (2010)	Población Femenina (2010)
Pinos	69,844	33,973	35,871

El municipio de Pinos cuenta con servicios e infraestructura, el grado de marginación para el municipio es medio; esta categoría incluye índices como alfabetismo, educación, vivienda, etc. Su economía tiene como vertiente principal el trabajo agropecuario, pues toda la parte sur del municipio se encuentra cubierta por grandes extensiones de parcelas agrícolas.

Entre sus atractivos culturales y arquitectónicos se pueden mencionar los siguientes:

Museos

De Arte Sacro. Localizado a un costado de la Parroquia de San Matías, alberga obras de Miguel Cabrera y la figura de un Cristo con incrustaciones de huesos humanos y un delicado tallado en madera que deja ver su corazón (Cristo del Corazón Flotante).

Comunitario. Exhibiciones de piezas de arte, fotografías y piezas arqueológicas que narran el pasado de la historia de Pinos.

Arquitectónicos.

La Parroquia de San Matías con fachada de estilo barroco fue construida con piedra rojiza entre los siglos XVII y XVIII sobresale en el panorama de la localidad de Pinos.

Capilla Tlaxcalilla es otro recinto religioso del siglo XVIII que alberga dos imágenes virreinales y un admirable retablo de la Virgen de la Inmaculada Concepción.

Iglesia de San Francisco construida en el jardín del mismo nombre, su fachada sencilla guarda un retablo churrigueresco que adorna el altar principal y otras dos pequeñas imágenes barrocas.

Fiestas, danzas y tradiciones

Durante la segunda quincena de febrero se lleva a cabo la Feria regional de San Matías con diversas muestras gastronómicas, bailables en plazas públicas, coloridas peregrinaciones y presentaciones musicales organizadas en honor al santo.

El 8 de diciembre se organiza la Fiesta de los Faroles, en honor a la Virgen de la Inmaculada Concepción, donde se celebra la peregrinación de la Virgen por las calles principales además del representativo baile de los matachines.

Gastronomía

Su gastronomía representativa son las gorditas de horno, queso de tuna y diferentes presentaciones de nopales en ensaladas o con carne de res o cerdo en salsa verde, además de bebidas con miel de maguey, mezcal y “melcocha” (hecha con jugo de tuna fermentado).

IV.2.4.2 Localidades incluidas dentro del SA

Con ayuda de la información digital (*shapes*) del INEGI, se logró identificar que dentro del Sistema Ambiental del Proyecto se localizan un total de 13 localidades rurales y una localidad urbana (Ojuelos de Jalisco), dividido en cuatro municipios y estados distintos (Tabla 4.53).

Tabla 4.53. Localidades dentro del SA

Municipio / Estado	Localidades rurales
Pinos, Zacatecas	Agua Gorda
	Los Alpes
	El Sitio
	Saldaña
	Santa Elena
	Santa Teresa
Ojuelos de Jalisco, Jalisco	Ojuelos de Jalisco
	Puño de Tierra
	Las Iglesias
Ocampo, Guanajuato	Purísima de Rangel
	Crucero Gachupines
	El Rosario (El Ombligo)
Villa de Arriaga, San Luis Potosí	San Juan

Las localidades cercanas podrían ser beneficiadas de manera directa por la realización del proyecto, esto principalmente por su proximidad al mismo ya que gran parte de la mano de obra provendrá de estas.

Una vez identificadas en un plano las 13 localidades que se encuentran dentro del SA (Anexo 4.20), se prosiguió a una revisión en las bases de datos del INEGI a fin de poder caracterizar socioeconómicamente a estas; sin embargo, seis de estas localidades se encuentran en estatus de Inactivas, las cuales son: Santa Teresa, en Zacatecas; por parte de Jalisco Puño de Tierra y Las Iglesias; Crucero Gachupines y el Rosario por parte de Guanajuato; y por último San Juan, San Luis Potosí.

A continuación, se presentan algunos de los datos más relevantes de las siete localidades activas dentro del SA y que refieren a sus condiciones socioeconómicas, las cuales podrían verse modificadas benéficamente con el desarrollo del Proyecto.

Población en las localidades

Como ya fue mencionado, el INEGI presenta datos de siete de las localidades ubicadas dentro del SA del Proyecto, estas son: Agua Gorda, Los Alpes, El Sitio, Saldaña, Santa Elena, Ojuelos de Jalisco y Purísima de Rangel; en conjunto suman una población de aproximadamente 15,854 personas, de las cuales 7,629 son hombres y 8,225 son mujeres. En total había hasta el año 2010 8,305 personas mayores de edad y 7,549 menores. Enseguida se presenta una tabla donde se exponen el número de habitantes por localidad y el número de hombres y mujeres en cada una. Cabe mencionar que lo expuesto en este capítulo se basa en la información recabada por el INEGI durante el Censo de Población y Vivienda 2010 (Tabla 4.54).

Tabla 4.54. Datos del número de habitantes en las localidades dentro del Sistema Ambiental

Edo.	Municipio	Localidad	Población Total	Población masculina	Población femenina	Población mayor de 18 años
Zac.	Pinos	Agua Gorda	867	440	427	523
		Los Alpes	175	59	56	72
		El Sitio	1,227	691	736	912
		Saldaña	9	4	5	*
		Santa Elena	1,548	727	821	*
Jal.	Ojuelos de Jalisco	Ojuelos de Jalisco	11,881	5,704	6,177	6,792
Gto.	Ocampo	Purísima de Rangel	7	4	3	6

Educación

En su mayoría, la población que habita en las localidades dentro del Sistema Ambiental está alfabetizada, sin embargo, existen niños que no asisten a la escuela por razones económicas. El grado promedio de escolaridad de los municipios del estado de Zacatecas es mayor a 5.5, mientras que para el municipio de Purísima de Rangel y Ojuelos de Jalisco es de 3.83 y 7.64 respectivamente. En seguida se presenta la Tabla 4.55 con los resultados del censo de población y que refieren a los estratos por edad más vulnerables en cuanto a educación se refiere.

Tabla 4.55. Características escolares en la región

Variable evaluada	Localidad						
	Zacatecas					Jal.	Gto.
	Agua Gorda	Los Alpes	El Sitio	Saldaña	Santa Elena	Ojuelos	Purísima de Rangel
Población de 6 a 11 años que no asiste a la escuela	4	1	5	6	10	48	0
Población de 7 a 14 años que no asiste a la escuela	3	3	3	1	9	101	0
Población de 15 a 17 años que no asiste a la escuela	25	3	63	31	48	452	0

Población de 18 a 24 años que asiste a la escuela	6	1	28	6	14	243	0
Población de 15 y años más con la secundaria incompleta	39	3	70	39	56	593	0
Grado promedio de escolaridad	6.64	5.58	5.46	6.99	6.01	7.64	3.83
Grado promedio de escolaridad de la población masculina	6.11	4.86	6.01	6.91	5.65	7.61	2.75
Grado promedio de escolaridad de la población femenina	7.15	6.41	6.86	7.06	6.3	7.67	6

Economía

Dentro de las 7 localidades comprendidas en el SA existen censadas 5,781 personas económicamente activas (PEA), lo cual representa el 36.46% del total poblacional en esas localidades. De las 5,781 personas con actividad económica, 4,052 son hombres, lo que representa el 70.1% de la población activa, mientras que 1,729 son mujeres y estas representan el 29.9%.

En la Tabla 4.56 se ahonda en los datos acerca de la población económicamente activa en cada localidad y su relación entre hombres y mujeres, además se señala el número de personas ocupadas y desocupadas en cada localidad.

Tabla 4.56. Poblacional económicamente activa y ocupada en las localidades dentro del SA

Variable evaluada	Localidad						
	Zacatecas					Jal.	Gto.
	Agua Gorda	Los Alpes	El Sitio	Saldaña	Santa Elena	Ojuelos	Purísima de Rangel
Población económicamente activa	270	50	403	209	366	4,479	4
PEA (Hombres)	245	44	344	175	340	2,900	4
PEA (Mujeres)	25	6	59	34	26	1,579	0
Población económicamente inactiva	355	37	686	304	731	3,966	3
Población ocupada	180	36	383	197	303	4,220	4
Población desocupada	90	14	20	12	63	259	0

Salud

Dentro de las localidades de Agua Gorda, Los Alpes, El Sitio y Santa Elena existen 1,521 personas sin derechohabencia y 1,934 con acceso a servicios médicos, mientras que en Ojuelos de Jalisco el total asciende a 8,622 derechohabientes con 3,259 sin derechohabencia y en Purísima de Rangel, Guanajuato 5 de 7 personas presentan derechohabencia. Cabe resaltar que no se tienen datos de derechohabencia sobre la Localidad de Saldaña, Zacatecas.

De las 11,064 personas con derechohabiencia 1,443 están afiliados al Instituto Mexicano del Seguro Social, 837 al Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado y 7,893 al Seguro Popular.

Los datos del número de personas afiliadas, según la localidad, se observa en la Tabla 4. 57: Además se distingue si los servicios hospitalarios los reciben del IMSS, ISSTE o del Seguro Popular.

Tabla 4. 57. Derechohabientes

Edo.	Localidad	Personas derechohabientes	Personas sin derechohabiencia	Personas con derechohabiencia al IMSS	Personas con derechohabiencia al ISSTE	Personas con derechohabiencia al Seguro Popular
Zacatecas	Agua Gorda	502	365	23	4	475
	Los Alpes	37	78	0	0	37
	El Sitio	938	489	34	31	2
	Saldaña	*	*	*	*	*
	Santa Elena	959	589	8	11	937
Jalisco	Ojuelos de Jalisco	8,622	3,259	1,378	788	6,439
Guanajuato	Purísima de Rangel	6	1	0	3	3

Vivienda

En las 5 localidades de Zacatecas incluidas dentro del SA y de las que se tienen datos existen 1,112 viviendas particulares habitadas, 237 de ellas cuentan con un piso de material diferente al de tierra. De las 1,112 viviendas habitadas 937 cuentan con luz eléctrica, 655 con agua entubada y 561 disponen de drenaje. En lo que respecta a telecomunicaciones, solo tres casas cuentan con línea telefónica fija, 252 cuentan con celular y 388 disponen de servicios de internet.

En la Tabla 4.58 se presentan las características de las viviendas, así como la especificación de hogares censales y viviendas particulares habitadas (INEGI, 2010).

Tabla 4.58. Viviendas particulares habitadas y características de viviendas

Número de hogares y condiciones de vivienda	Localidad						
	Zacatecas					Jal.	Gto.
	Agua Gorda	Los Alpes	El Sitio	Saldaña	Santa Elena	Ojuelos	Purísima de Rangel
Total de viviendas particulares habitadas	212	31	527	*	342	2,713	3
Viviendas particulares habitadas con piso de material diferente de tierra	205	24	362	*	284	2,586	2
Viviendas particulares habitadas	209	25	375	*	328	2,684	1

con luz eléctrica							
Viviendas particulares habitadas con agua entubada	162	11	354	*	128	2,550	0
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	123	7	311	*	120	2,777	1
Viviendas particulares habitadas que disponen de línea telefónica fija	0	0	3	*	0	303	0
Viviendas particulares habitadas que disponen de teléfono celular	2	0	120	*	150	942	1
Viviendas particulares habitadas que disponen de internet	126	15	144	*	103	1,776	0

IV.2.5. Diagnóstico ambiental

La descripción de los componentes ambientales en el sitio del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW*, presentada en este Capítulo IV de la MIA, es una recopilación de la información obtenida y la generada en el sitio, con la que se ofrece una caracterización preoperacional del área donde se establecerá el proyecto, y que además funge como base para la identificación de los impactos potenciales (Capítulo V), y para el establecimiento de medidas de prevención y mitigación (Capítulo VI).

El Diagnóstico Ambiental (DA) aquí presentado, es un complemento de esa caracterización del medio biótico y abiótico dentro del Sistema Ambiental (SA), delimitado para el estudio y evaluación de impactos derivados de la ejecución del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW*; a través del cual, además, se ha de identificar con mayor precisión la problemática ambiental detectada en el Área de Influencia del Proyecto.

El objetivo que pretende el DA es plasmar tanto de forma descriptiva como en imágenes y planos georeferenciados el grado de calidad estimado que guardan actualmente los componentes ambientales con los que interactuará el proyecto, de acuerdo a los criterios profesionales del equipo de especialistas involucrados en el estudio de la zona. Esta información posteriormente permitirá generar un modelo predictivo del escenario futuro, una vez que se apliquen las medidas de prevención y mitigación propuestas a los impactos ambientales identificados.

Metodología para la elaboración del DA

En el contexto ambiental demarcado por el Sistema Ambiental del Proyecto, el DA se desarrolló mediante la aplicación de criterios ambientales a la información geográfica de los componentes presentes, de manera que se valorara la importancia de los recursos bióticos y abióticos.

La valoración de los componentes ambientales Atmósfera, Suelos, Hidrología, Vegetación, Fauna, Paisaje-Geomorfología y Socioeconomía y Cultura, comenzó con una ponderación global de cada uno respecto a su influencia dentro de la dinámica local, de forma que a cada componente se le asignó su propio peso específico con base en el criterio del equipo profesional que participó en el

desarrollo de este estudio, quienes de manera consensuada analizaron la importancia de cada componente considerando aspectos como su área de influencia en relación con el entorno, su representatividad, su diversidad, su estabilidad, su fragilidad, su interés ecológico, entre otros criterios. Como resultado de este análisis, en la Tabla 4.59 se presenta la ponderación de los componentes ambientales.

Tabla 4.59. Ponderación de los componentes ambientales respecto a su relevancia en el SA

No.	Componente	Peso Ponderado
1	Atmósfera	14
2	Suelos	11
3	Hidrología	13
4	Vegetación	16.5
5	Fauna	18.5
6	Paisaje y Geoformas	11
7	Socioeconómico y cultural	16

Los componentes Fauna, Hidrología y Socioeconómico y cultural son los que representan mayor importancia en el ambiente en consideración de los criterios considerados para la ponderación. Le sigue la Suelos, Atmósfera, Vegetación, Paisaje y Geoformas en la jerarquización de los componentes. Esta información se considera de utilidad para la siguiente etapa en el proceso de elaboración del Diagnóstico Ambiental, y será retomada más adelante para la asignación de Unidades de Importancia Ambiental (UIA), durante la evaluación de los impactos ambientales generados por el Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW*.

Habiendo asignado un peso ponderado para los componentes ambientales, el siguiente paso consistió en generar un listado de nuevos criterios integrados por diversos factores que influyen directamente sobre la calidad del componente. Estos nuevos criterios también fueron elegidos por el equipo de profesionistas que participa en la elaboración de la MIA, y su principal característica es que los factores que los integran son identificables y ubicables en los planos cartográficos, modelos generados para el SA, y/o en las imágenes satelitales cargadas en el Sistema de Información Geográfica del Proyecto. De esta manera, cada criterio constituye una capa (shape) que será procesada en el SIG para la definición de los rangos de calidad ambiental estimados.

Una vez definida la lista de criterios y factores a considerar, se repartió el valor del peso ponderado de cada componente entre los criterios que lo integran, de acuerdo al nivel de influencia que tiene el criterio sobre la calidad del componente. Posteriormente, el equipo de trabajo evaluó y designó un valor para cada factor, denominado “Valor de Importancia”, en una escala de 0 a n , siendo n el valor del criterio correspondiente, y que además representa el mayor aporte al estado de calidad del componente, respecto al criterio evaluado; mientras que 0 equivale a un nulo aporte al estado de calidad.

A fin de darle una proporcionalidad adecuada a los factores, se multiplicó el Valor de Importancia de cada uno de los factores por el valor del criterio que lo contiene. Al producto de esta operación se la ha denominado “Valor Ponderado”. A continuación, en la aplicación de ArcMap del

software ArcGIS, se asignaron los valores ponderados de los factores al vector(es) que los representa digital y geográficamente, por componente ambiental.

Para la obtención del Diagnóstico Individual de cada uno de los componentes todos los shape que lo conforman fueron sobrepuestos y transformados en operaciones matemáticas (sumatorias) de los Grids (matrices representativas de píxel a 5 metros) en el SIG, resultando diversos valores que fueron clasificados en 5 rangos asociados a una etiqueta lingüística que describe el estado de calidad estimado del componente dentro del Sistema Ambiental del Proyecto, los cuales van desde un rango bajo a un rango alto, pasando por valores intermedios (medio bajo, medio y medio alto). En otras palabras, el rango de calidad para la clasificación del área por componente, resulta de la sumatoria del valor de las cualidades esperadas, o por el contrario, la carencia de las mismas, correspondientes a los factores considerados.

Los Criterios y Factores empleados, así como Valores de Importancia y los Valores Ponderados evaluados, se presenta en la siguiente Tabla 4.60.

Tabla 4.60. Criterios y factores indicativos para el análisis de cada componente ambiental

Componente Ambiental	Criterio	Factor	Valor de importancia	Valor Ponderado	
Atmósfera 14	Actividades humanas	Zonas conservadas	7.00	49.00	
		Zonas moderadamente conservadas	5.00	35.00	
		Zonas degradadas	3.00	21.00	
		Caminos pavimentados	3.00	21.00	
		Localidades rurales	2.50	17.50	
		Agostaderos y parcelas	1.50	10.50	
		Actividades industriales	1.50	10.50	
		Zona urbana	1.00	7.00	
	Captura de polvos fugitivos	7	Caminos no pavimentados	1.00	7.00
			Cobertura cerrada	4.00	16.00
			Cobertura abierta	2.50	10.00
			Cobertura dispersa	1.00	4.00
			Localidades rurales	2.50	10.00
			Zona urbana	2.50	10.00
	Ruido	3	Sin cobertura	0.00	0.00
			Áreas con ruido natural	3.00	9.00
			Áreas con generación de ruido artificial esporádico moderado	2.50	7.50
			Áreas con generación de ruido artificial esporádico alto	1.50	4.50
			Áreas con generación de ruido artificial constante moderado	1.50	4.50

Componente Ambiental	Criterio	Factor	Valor de importancia	Valor Ponderado	
		Áreas con generación de ruido artificial constante alto	0.50	1.50	
Suelo	Actividades humanas	3	Zonas conservadas	3.00	9.00
			Zonas moderadamente conservadas	2.00	6.00
			Zonas degradadas	1.50	4.50
			Caminos pavimentados	0.00	0.00
			Localidades rurales	0.50	1.50
			Zona urbana	0.00	0.00
			Agostaderos y parcelas	3.00	15.00
			Actividades industriales	0.00	0.00
			Caminos no pavimentados	0.50	3.00
	Erosión del suelo	4	Muy Fuerte	0.00	0.00
			Fuerte	1.00	4.00
			Medio	2.00	8.00
			Bajo	3.00	12.00
			Muy Bajo	4.00	16.00
	Degradación del suelo	4	Fuerte	0.00	0.00
			Moderado	2.00	8.00
			Leve	3.00	12.00
			Nula	4.00	16.00
	Hidrología	Superficial	4	Corrientes perenes	4.00
Cuerpos lénticos (bordos, presas, lagunas)				4.00	16.00
Corrientes intermitentes				2.00	8.00
(Recarga 1) Zonas con potencial de infiltración en función del material		3	Material NO consolidado con rendimiento alto > 40 l/s	3.00	9.00
			Material NO consolidado con posibilidades medias	2.00	6.00
			Material NO consolidado con posibilidades bajas	1.00	3.00
			Material Consolidado con posibilidades bajas	1.00	3.00
(Recarga 2) Zonas con potencial de infiltración en función de las pendientes		3	0° - 5°	3.00	9.00
			6° - 10°	2.00	6.00
			11° - 15°	1.50	4.50
			15° - 30°	1.00	3.00
			31° - 44°	0.50	1.50

Componente Ambiental	Criterio	Factor	Valor de importancia	Valor Ponderado	
		> 45°	0.25	0.75	
	(Recarga 3) Áreas de captación de microcuencas	>20,000 ha	3.00	9.00	
		15,000 a 20,000 ha	2.50	7.50	
		10,000 a 15,000 ha	2.00	6.00	
		5,000 a 10,000 ha	1.50	4.50	
		0 a 5,000 ha	1.00	3.00	
Vegetación	Actividades humanas	9.5	Zonas conservadas	9.50	90.25
			Zonas moderadamente conservadas	6.00	57.00
			Zonas degradadas	3.00	28.50
			Caminos pavimentados	0.00	0.00
			Localidades rurales	0.00	0.00
			Zona urbana	0.00	0.00
			Agostaderos y parcelas	1.00	9.50
			Actividades industriales	0.00	0.00
	Cobertura de la vegetación	7	Cobertura cerrada	7.00	49.00
			Cobertura dispersa	5.00	35.00
			Cobertura abierta	3.00	21.00
Fauna	Influencia de zonas de ahuyentamiento	10	Zonas conservadas	10.00	100.00
			Zonas moderadamente conservadas	8.00	80.00
			Zonas degradadas	4.00	40.00
			Caminos pavimentados	1.00	10.00
			Localidades rurales	2.50	25.00
			Zona urbana	1.00	10.00
			Agostaderos y parcelas	4.00	40.00
			Actividades industriales	0.50	5.00
	Zonas aptas para el establecimiento de hábitats	8.5	Áreas con vegetación	8.50	72.25
			Áreas agrícolas	3.50	29.75
			Corrientes de agua perenes	6.50	55.25
			Cuerpos de agua lénticos	6.00	51.00
			Corrientes de agua intermitentes	5.00	42.50

Componente Ambiental	Criterio	Factor	Valor de importancia	Valor Ponderado	
Paisaje y Geoformas 11	Modelo de Topoformas valoradas por su grado de influencia al entorno	Cañadas	2.00	4.00	
		Cumbre cerril	1.50	3.00	
		Planicie	0.50	1.00	
		Ladera media	1.00	2.00	
		Ladera alta	1.00	2.00	
		Ladera baja	1.00	2.00	
	Actividades y usos de suelo que han transformado el paisaje natural	4	Zonas conservadas	4.00	16.00
			Zonas moderadamente conservadas	3.00	12.00
			Zonas degradadas	2.00	8.00
			Caminos pavimentados	0.50	2.00
			Localidades rurales	1.50	6.00
			Zona urbana	0.50	2.00
			Agostaderos y parcelas	1.00	4.00
			Actividades industriales	0.50	2.00
	Modelo de Rumbos de Pendientes	2	N	2.00	4.00
			NE y NO	1.75	3.50
			E y O	1.50	3.00
			Plano	1.00	2.00
			S	0.50	1.00
			SE y SO	1.00	2.00
	Unidades de Paisaje	3	Laderas escarpadas	3.00	9.00
			Lomerío	2.00	6.00
			Cerro con laderas tendidas	2.00	6.00
Planura con agricultura			0.50	1.50	
Socioeconómico y Cultural 16	Actividades humanas	Zonas urbanas	8.00	64.00	
		Localidades rurales	6.00	48.00	
		Caminos pavimentados	7.00	56.00	
		Áreas de interés antropológico y/o histórico	6.00	48.00	
		Agostaderos y parcelas	7.00	56.00	
		Caminos no pavimentados	5.00	40.00	
		Zonas conservadas	7.00	56.00	
		Zonas moderadamente conservadas	5.00	40.00	
Zonas degradadas	0.00	0.00			

Componente Ambiental	Criterio	Factor	Valor de importancia	Valor Ponderado
	Servicios e Infraestructura	Disponibilidad de servicios	8.00	64.00
		Zonas conservadas	6.00	48.00
		Zonas moderadamente conservadas	4.00	32.00
		Caminos	6.50	52.00
		Zonas degradadas	2.00	16.00
		Localidades	8.00	64.00
		Agostaderos y parcelas	7.00	56.00

Una vez generados los Diagnósticos Individuales de todos los componentes, fueron validados por el equipo antes de pasar al siguiente punto. Luego, se les asignó a cada uno en el SIG su correspondiente peso ponderado, relativo a su relevancia dentro del SA; y en seguida se integraron los componentes del medio físico (todos excepto Socioeconomía y Cultura) en un solo modelo, que se realizó sobreponiendo los shapes de los Diagnósticos Individuales, haciendo luego una sumatoria con los Grids y clasificando los valores resultantes en cinco rangos equidistantes, generando así el Diagnóstico Ambiental Integrado del Medio Físico (DA-I) del SA del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW*.

Con la finalidad de resumir y esquematizar la metodología empleada para la elaboración del DA-I, en la Figura 4.57 se presenta el procedimiento seguido que dio origen a los Diagnósticos Individuales de los 7 componentes ambientales y finalmente al Diagnóstico Ambiental Integrado. Asimismo, en la Figura 4.58 y Figura 4.59 se muestra un mosaico de los diagnósticos generados por componente para el Sistema Ambiental.

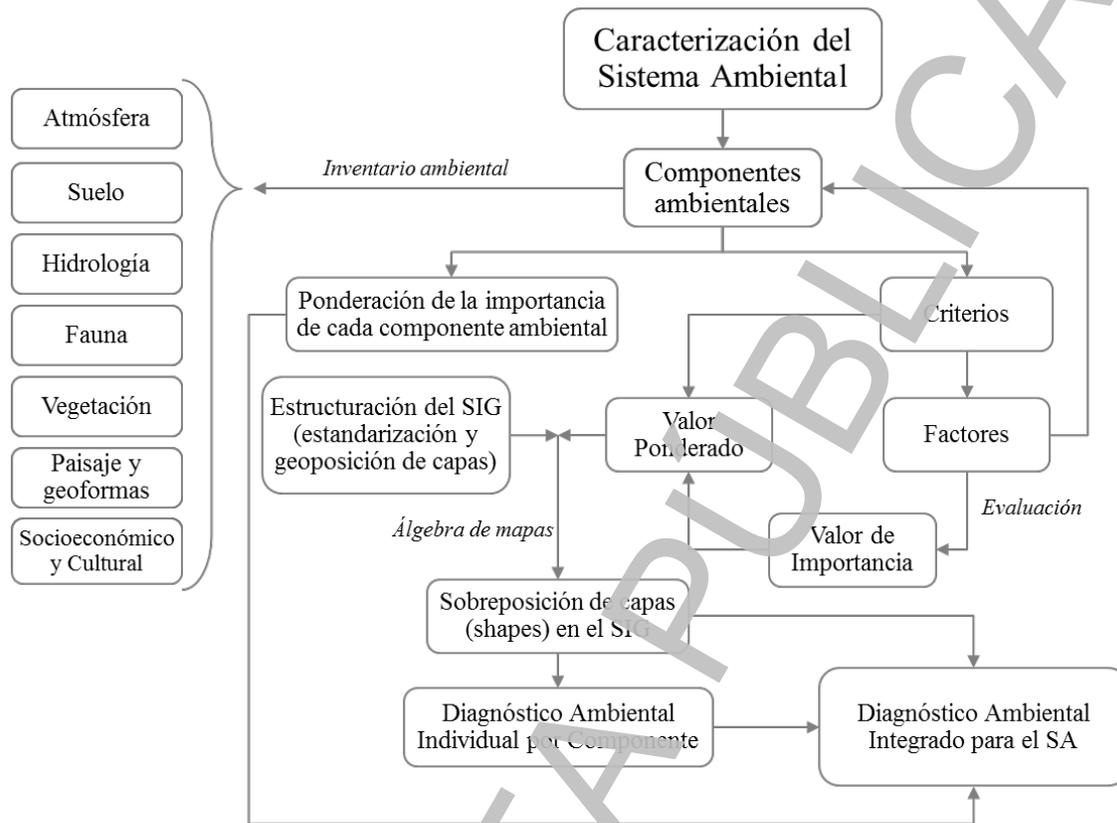
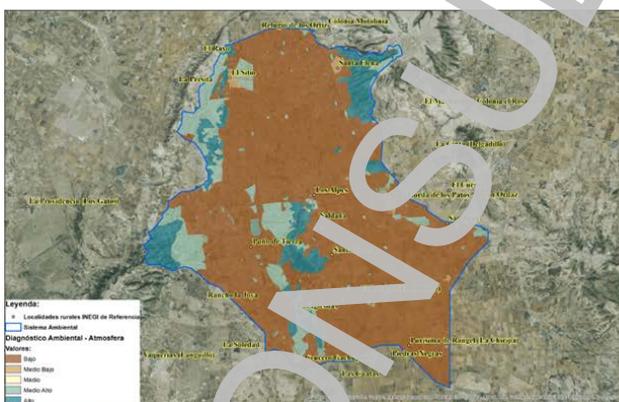
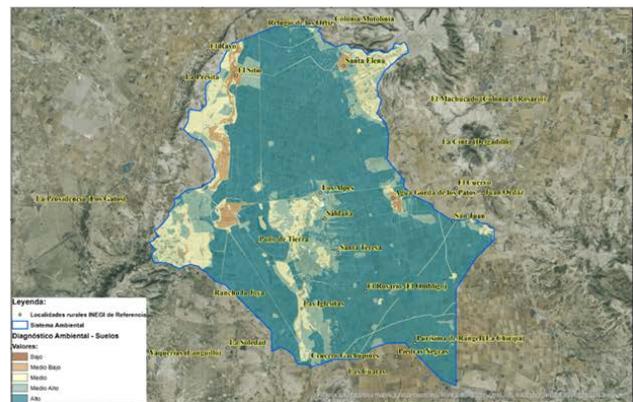


Figura 4.57. Procedimiento para la generación del Diagnóstico Ambiental Integrado

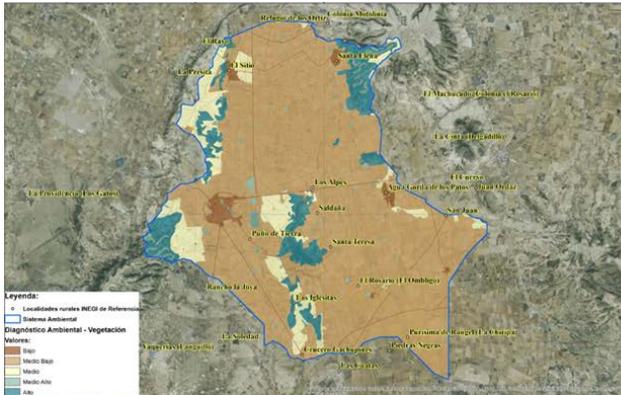
ATMÓSFERA



SUELOS



VEGETACIÓN



HIDROLOGIA

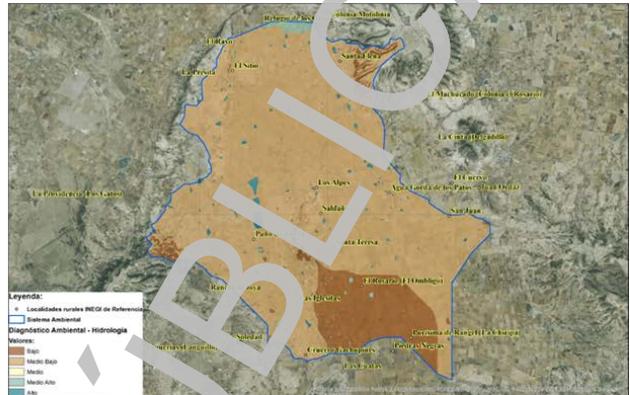
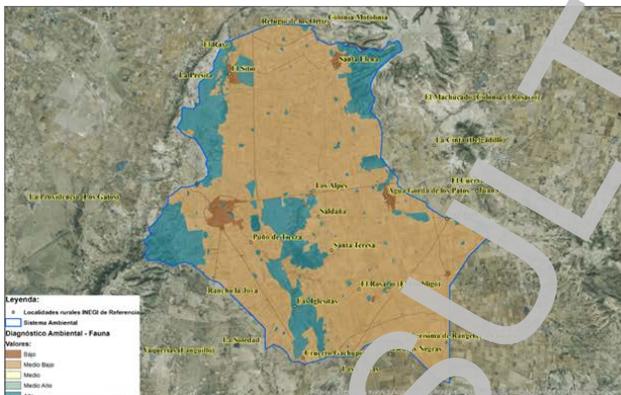


Figura 4.58. Presentación de los Diagnósticos Individuales por componente (1)

FAUNA



PAISAJE Y GEOFORMAS

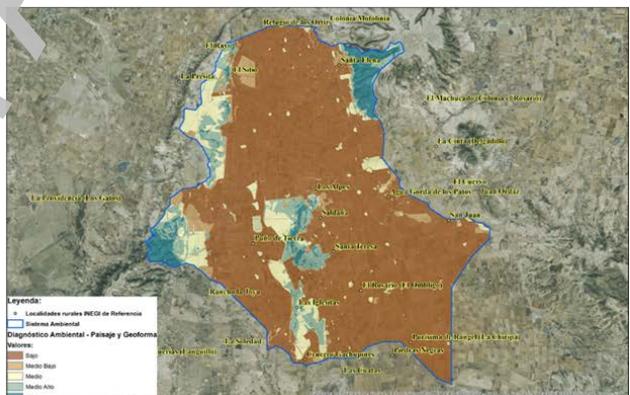


Figura 4.59. Presentación de los Diagnósticos Individuales por componente (2)

Diagnóstico Ambiental Integrado del Medio Físico

Para la integración de los diagnósticos individuales que dan origen al diagnóstico ambiental general del medio físico en el Sistema Ambiental, se han tomado los valores de los Grids de los modelos de cada componente y se han multiplicado por su respectivo peso ponderado, determinado mediante el Proceso Analítico Jerárquico (Tabla 4.59). Es importante resaltar que la multiplicación se hace con el fin de comparar en la escala adecuada a los valores resultantes en los modelos de cada componente ambiental. En otras palabras, se compatibilizan las escalas de valores, y posteriormente se suman para generar el Diagnóstico Ambiental Integrado. Una vez realizadas las operaciones matemáticas sobre los Grids de cada modelo, la escala de valores resultantes se vuelve a dividir en cinco categorías ecualizadas, y se asigna un rango de calidad a cada categoría. De esta manera, son los valores de cada modelo y no los grados de calidad mostrados en las figuras de los diagnósticos ambientales individuales de los apartados previos, los que influyen directamente sobre el Diagnóstico Ambiental Integrado, puesto que para el DA-I se ha generado su propia clasificación.

Habiendo empleado la información geográfica disponible y generada para el área de estudio, y procesándola en el Sistema de Información Geográfica mediante el software especializado (ArcGIS), se obtuvo un diagnóstico del estado (estimado o modelado) que guarda el medio ambiente en el SA, que servirá de referencia para la modelación de los escenarios futuros, a partir de la estimación de los impactos ambientales generados por el proyecto una vez que esté en desarrollo, y con la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación. Todo esto se aborda en el Capítulo VII de la MIA.

El Diagnóstico Ambiental Integrado se muestra en la Figura 4.60, y se replica en el plano con una mayor escala adjunto en el Apéndice 4.4, que permite apreciar con más detalle las zonas mejor conservadas contra las zonas con mayor grado de deterioro en el Sistema Ambiental delimitado para el proyecto *Parque Eólico Pinos 30 Mw.*

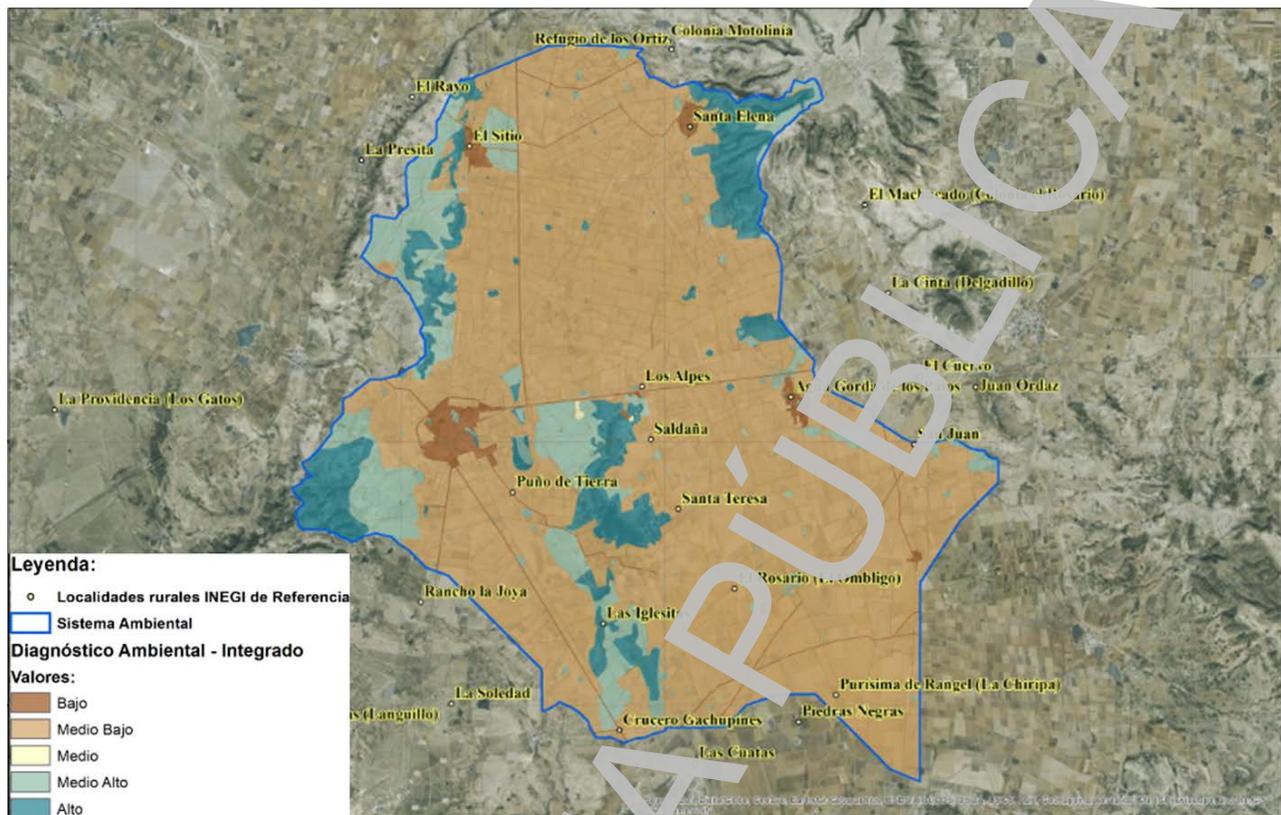


Figura 4.60. Diagnóstico Ambiental Integrado del Medio Físico para el SA

De acuerdo al DA-I generado, se puede concluir que la calidad predominante en el Sistema Ambiental es Media Baja. Esta calidad es generada principalmente por factores relacionados al uso de suelo agrícola, los cuales aun cuando presentan una riqueza de suelo importante, se encuentran desprovistos de vegetación, generando efectos negativos sobre otros componentes como Fauna, Atmósfera y Paisaje.

Como nos permite observar la integración de los componentes del Medio Físico en el SA, existen zonas dentro del SA con calidad Baja, las cuales corresponden principalmente a localidades urbanas, rurales, caminos y carreteras. En este aspecto, la nula presencia de componentes como Flora, Suelo, Hidrología y/o Fauna provocan la disminución de la calidad en estos sitios.

A su vez, el DA-I evidencia que la presencia de las superficies con calidad Media Alta y Alta está directamente relacionada a zonas forestales y cuerpos de agua, las cuales generan efectos indirectos en la Fauna, Atmósfera y Paisaje.

Sólo como referencia general, las herramientas empleadas en el SIG para generar el DA-I, permiten hacer una distribución de la superficie del SA entre los 5 rangos o categorías de calidad ambiental considerados, de tal manera que el diagnóstico general del área de estudio arroja que la calidad predominante es Medio bajo, seguido por Alto, Medio alto, Bajo y Medio.

Diagnóstico del Medio Socioeconómico

Por su parte, el Diagnóstico del Medio Socioeconómico y Cultural se presenta de forma independiente con la finalidad de evaluar el impacto benéfico que generará el desarrollo del Proyecto.

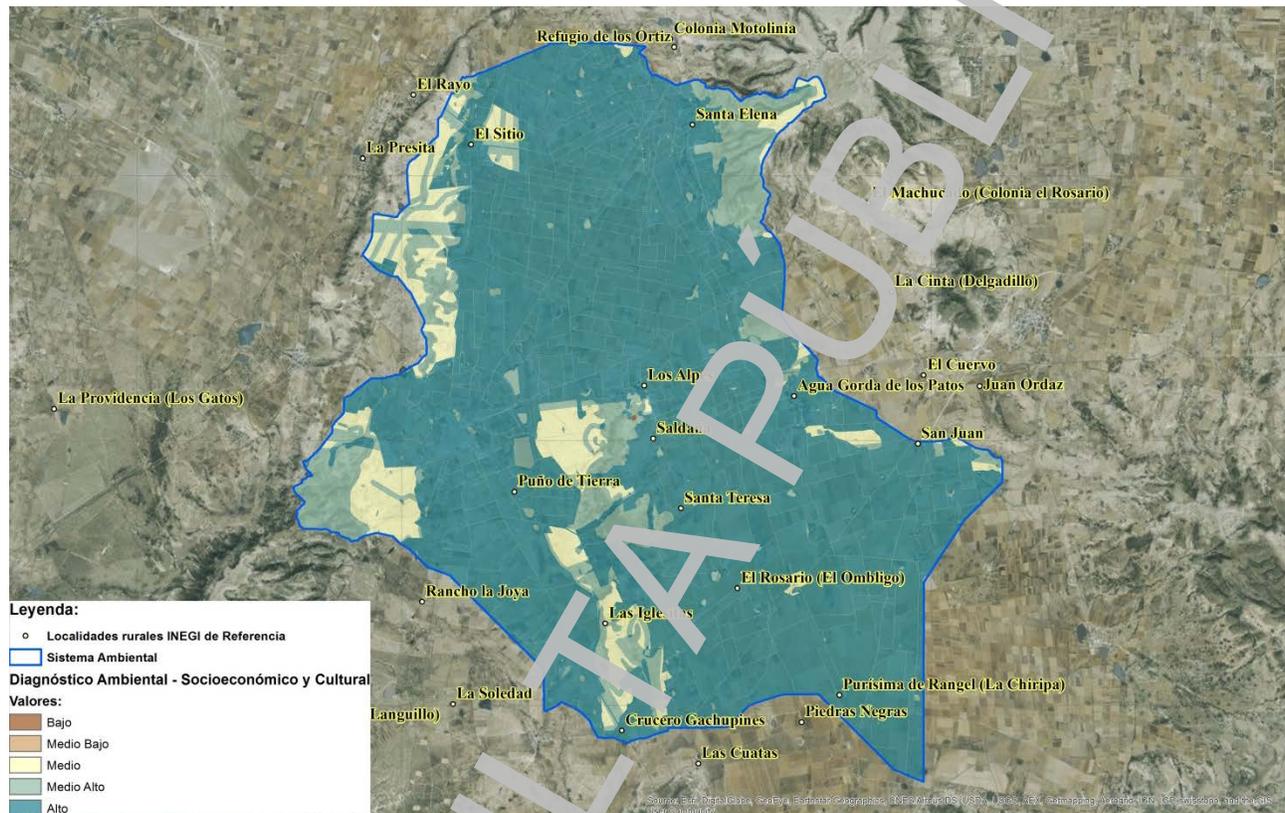


Figura 4.61. Diagnóstico del Medio Socioeconómico para el SA

De acuerdo al Diagnóstico del Medio Socioeconómico, el SA está compuesto por polígonos con calidad socioeconómica que va de Media a Alta. Esta calidad es consecuencia principalmente de las actividades que se llevan a cabo dentro del AI, en donde podemos observar una clara influencia agrícola y la presencia de la localidad de Ojuelos de Jalisco. A su vez, las superficies delimitadas con calidad Media corresponden a zonas conservadas y/o medianamente conservadas cuyo valor económico no resulta de relevancia.

Descripción de la problemática ambiental detectada en el Área de Influencia del Proyecto

El objetivo de esta sección es la descripción puntual de la problemática ambiental identificada dentro del Área de Influencia (AI) del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW*, que si bien es abarcada por el polígono del Sistema Ambiental definido en la Sección IV.1, su delimitación está función a la presión que ejercerán las actividades y obras del Proyecto sobre los componentes ambientales, y a la extensión de dicha presión; por lo que el AI se determina con base en la evaluación e identificación de los impactos potenciales, lo que está plenamente desarrollado en el capítulo siguiente.

Para fines de identificación de la problemática ambiental, que conciernen al presente capítulo, se asume que el Área de Influencia es la superficie donde se resentirán los efectos de los impactos del Proyecto, considerando tanto los efectos directos como indirectos, es decir, considerando no solamente los elementos que pretenden ser objeto de aprovechamiento o afectación puntual, sino todo el conjunto de elementos que se interrelacionan e interactúan con los elementos directamente afectados para conformar el ecosistema.

En concreto, el Área de Influencia considera las interacciones del Proyecto y su alcance sobre los componentes ambientales, mientras que para el Sistema Ambiental se analizaron las interacciones que habrá desde los componentes ambientales hacia el Proyecto, lo que se representa esquemáticamente en la Figura 4.62.

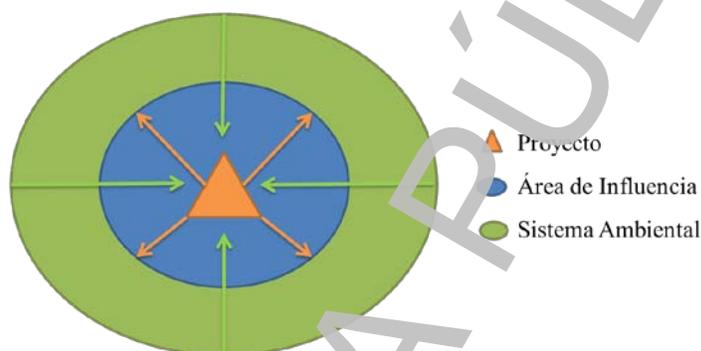


Figura 4.62. Relación entre Sistema Ambiental, Área de Influencia y Proyecto

Como ya se mencionó en este capítulo, la delimitación del AI fue diseñada tomando en cuenta principalmente el impacto sobre la Fauna y más específicamente sobre la Avifauna, siendo este impacto el de mayor extensión.

En la siguiente figura se muestra el Área de Influencia, cuyos límites quedan comprendidos en su totalidad dentro del polígono que demarca al Sistema Ambiental.

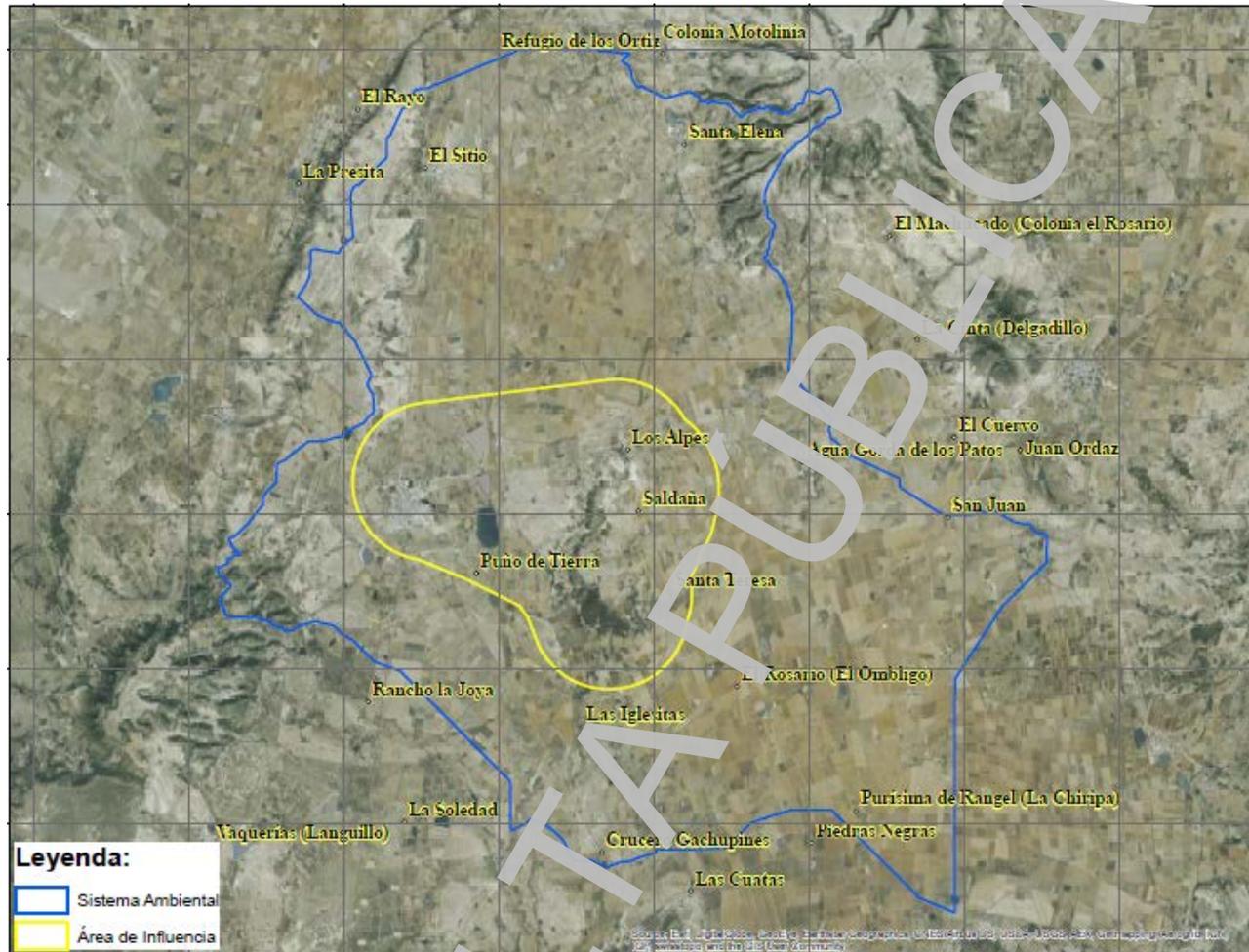


Figura 4.63. Delimitación del Área de Influencia respecto al Sistema Ambiental y al Proyecto

A partir del modelo de calidad ambiental generado para el SA (DA-I, Figura 4.60), se presenta en la Figura 4.64 un acercamiento al Área de Influencia del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW* con el cual se evidencia que el estado que guarda el sitio sin proyecto corresponde principalmente a un rango de calidad Medio bajo con manchones de superficie con calidad Alta, Media alta y Baja. También se puede observar que dentro del AI solo existen dos pequeños polígonos con calidad Media.

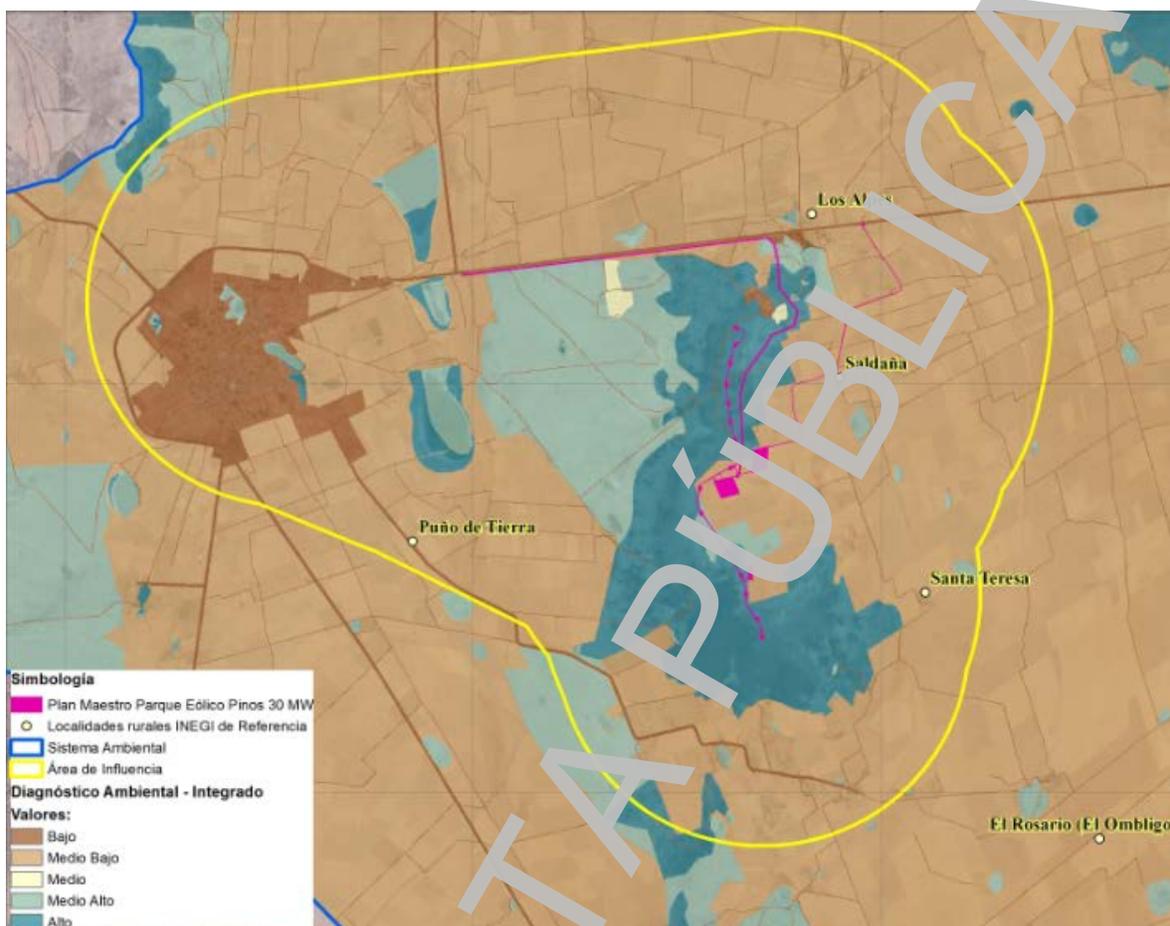


Figura 4.64. Acercamiento del AI sobre el Diagnóstico Ambiental Integrado

A continuación se ofrece una descripción más puntual de la presión que existe en el AI por componente ambiental, entendiéndose ésta como las acciones o actividades generadoras de deterioro ambiental (SEMARNAT, 2000)

Atmósfera

El constante movimiento de tierras y la generación de ruido producto de actividades agrícolas, inciden de manera adversa en la calidad del componente dentro del AI. Además, la presencia de zonas agrícolas supone superficies desprovistas de vegetación, y por ende, una nula captación de polvos. Estos factores generan que la calidad predominante en el AI sea Baja.

Aun dicho esto, el diagnóstico del componente permite observar que las zonas que presentan superficies arboladas presentan calidad que va de Media alta a Alta; esto como consecuencia de los altos índices de captura de polvos y de la casi nula emisión de polvos a la atmósfera.

Suelo

Con relación al componente suelo, las condiciones actuales del AI están ligadas principalmente a la riqueza de los suelos agrícolas, en donde la calidad predominante es Alta. Por

otra parte, la degradación de este componente está asociada a los procesos de cambio de uso de suelo, en donde las actividades de desmonte y despilpe ocasionan la reducción de la cobertura del suelo. Un ejemplo claro de esto es la calidad Media baja presente en la localidad de Ojuelos de Jalisco.

Hidrología

La calidad predominante actual del AI con respecto a la hidrología es de Media baja a Baja. En cuanto a extensión, este componente se ve afectado principalmente por las actividades agrícolas, cuyas características de infiltración resultan esenciales en la calidad del sitio. El Diagnóstico del componente Hidrología permite observar que existe una porción en la zona sur del AI que presenta calidad baja consecuencia de la superficie de captación de la microcuenca. No obstante, el Diagnóstico permite observar que la presencia de cuerpos de agua genera polígonos con calidad Alta.

Flora y Fauna

Los componentes Flora y Fauna dentro del AI se encuentran impactados directamente por las actividades agrícolas aunadas al constante crecimiento demográfico e influencia de la localidad de Ojuelos de Jalisco. En este sentido, y teniendo en cuenta que la mayoría de la superficie del AI corresponde a suelos agrícolas, por lo que se encuentra desprovista de vegetación, la calidad predominante del componente Flora es Media baja. Al igual que para el componente Flora, la presencia predominante de zonas agrícolas, aunadas a la constante generación de ruidos en las inmediaciones de las localidades y carreteras, genera un impacto sobre la distribución espacial de la Fauna, ocasionando una disminución en la calidad de este componente.

Es importante mencionar que ambos componentes presentan polígonos de calidad Media alta y Alta en el AI, relacionadas directamente a superficies forestales, las cuales representan zonas potenciales para el hábitat de especies de fauna.

Paisaje y Geoformas

La degradación presente en el AI sobre los factores de Paisaje y Geoformas está directamente relacionada con las actividades antropogénicas. Como primer factor, las grandes cantidades de superficie agrícola y pecuaria han repercutido directamente en la pérdida de las cualidades estéticas del sitio y han generado la modificación de la continuidad paisajística. Aunado a esto, la presencia de localidades urbanas y rurales contribuye a la degradación de este componente en el AI. Por su parte, las zonas que presentan calidad Media, Media alta y Alta están relacionadas a la conservación de otros componentes como lo es la Flora y/o Hidrología, derivando de manera indirecta la presencia de Fauna.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En el presente Capítulo se identificarán los factores ambientales que podrían verse afectados y sus respectivos indicadores de calidad; posteriormente se evaluará el impacto de las actividades del Proyecto sobre dichos recursos y los daños que pudiera provocar al ambiente, o contribuir en la consolidación de los procesos de cambio existentes dentro del Área de Influencia del proyecto.

V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

En la predicción de los impactos se analizaron las actividades que se ejecutarán en el Proyecto y su relación con cada factor ambiental dentro del Área de Influencia, estableciendo su comportamiento en forma cualitativa según la opinión conjugada de los expertos de diversas disciplinas, es decir, la identificación y evaluación de impactos ambientales se hizo a través de un enfoque multidisciplinario, a través de un grupo de especialistas de entre los que se puede mencionar, un ingeniero forestal, biólogos especialistas en flora y fauna, un edafólogo y un ingeniero ambiental, quienes proporcionaron su juicio profesional para el análisis de cada impacto identificado.

V.1.1 Factores ambientales

Para el análisis del medio dentro del Área de Influencia, el ambiente fue dividido en dos Sistemas: Físico y Socioeconómico, y cinco Subsistemas: Inerte, Biótico, Perceptual, Sociocultural y Económico. A cada uno de estos Subsistemas pertenecen una serie de Componentes Ambientales susceptibles de recibir impactos, es decir, los elementos o cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por las acciones impactantes del proyecto (Tabla 5. 1).

Tabla 5. 1. Componentes del entorno

Sistema	Subsistema	Componente ambiental
Medio Físico	Medio Inerte	Atmósfera
		Geomorfología
		Hidrología
		Suelo
	Medio Biótico	Flora
		Fauna
	Medio Perceptual	Paisaje
Medio Socio-Económico	Medio Sociocultural	Infraestructura
		Cultural
	Medio Económico	Medio Económico

Posteriormente, de cada Componente Ambiental se identificaron y seleccionaron los principales factores ambientales que serán potencialmente afectados por las obras o actividades del proyecto durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.

Los factores ambientales fueron identificados de acuerdo a los siguientes criterios:

- Ser representativos del entorno afectado, y por tanto, del impacto total producido por la ejecución del proyecto sobre el medio ambiente
- Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto
- Ser excluyentes, es decir, sin solapamientos ni redundancias
- De fácil identificación, tanto en su concepto como en su apreciación sobre información estadística, cartográfica o de trabajos de campo
- De fácil cuantificación, dentro de lo posible, ya que muchos de ellos serán intangibles y habrá que recurrir a modelos de cuantificación específicos

De los factores ambientales identificados se seleccionaron aquellos que serán potencialmente afectados por las actividades del Proyecto, de acuerdo a los siguientes criterios.

- Extensión: Área de Influencia en relación con el entorno
- Complejidad: compuesto de elementos diversos
- Rareza: no frecuente en el entorno
- Representatividad: carácter simbólico, incluye el carácter endémico
- Naturalidad: natural, no artificial
- Abundancia: en gran cantidad en el entorno
- Diversidad: abundancia de elementos distintos en el entorno
- Estabilidad: permanencia en el entorno, firmeza
- Singularidad: valor adicional por la condición de distinto o distinguido
- Irreversibilidad: imposibilidad de que cualquier alteración sea asimilada por el medio debido a mecanismos de autodepuración
- Fragilidad: endebles, vulnerabilidad y carácter perecedero de cualquier factor
- Continuidad: necesidad de conservación
- Insustituible: imposibilidad de ser remplazado
- Clímax: proximidad al punto de más alto valor ambiental de un proceso
- Interés ecológico: por su peculiaridad ecológica
- Interés histórico-cultural: por su peculiaridad histórico-monumental-cultural
- Interés individual: por su peculiaridad a título individual
- Dificultad de conservación: dificultad de subsistencia en buen estado
- Significación: importancia para la zona del entorno

Los Factores ambientales seleccionados se muestran en la Tabla 5. 2

Tabla 5. 2. Factores ambientales considerados para el análisis ambiental

Componente Ambiental	Factor ambiental
Atmósfera	Calidad del aire-Material particulado (PST, PM ₁₀)
	Calidad del aire- Emisiones (NO _x , SO _x , CO ₂)
	Niveles sonoros
	Niveles lumínicos
	Microclima
Geomorfología	Topografía
Hidrología	Escurrimiento
	Calidad del agua superficial
	Infiltración
Suelo	Profundidad efectiva
	Potencial de erosión
	Cobertura
Flora	Distribución espacial y temporal
	Cobertura vegetal
	Especies protegidas, o de interés especial
Fauna	Distribución espacial y temporal
	Hábitat
	Especies protegidas o de interés especial
	Abundancia de avifauna
Paisaje	Cualidades estéticas
	Continuidad paisajística y visibilidad
Infraestructura	Servicios e infraestructura
	Generación de residuos
Cultura	Capacitación, educación y programas
Medio Económico	Desarrollo económico
	Uso del territorio para actividades productivas
	Vinculación del suelo

Una vez identificados los factores del medio susceptibles de ser impactados por las obras y actividades del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW*, se procedió al reconocimiento de sus indicadores ambientales.

V.1.2 Identificación de indicadores de impacto ambiental

En el presente estudio, se entiende por Indicador de Impacto Ambiental los elementos cuantificables que en su conjunto son el mecanismo que permite medir el impacto comparando el valor del indicador “con” y “sin” proyecto; lo que arroja un valor numérico para cada uno de los impactos sobre los factores ambientales.

La identificación de los indicadores de impacto ambiental del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW* se llevó a cabo con base en los siguientes criterios de identificación:

- Tener representatividad y relevancia respecto al impacto de la obra
- Ser medibles en términos cuantitativos
- Ser cuantificables
- De fácil identificación

Los indicadores ambientales identificados se muestran en la Tabla 5.3 y fueron utilizados en la medida en la que fue posible cuantificarlos, para la valoración de cada uno de los impactos ambientales.

V.1.3 Lista indicativa de indicadores de impacto

Los indicadores ambientales empleados para la identificación y cuantificación se presentan a manera de listado, conforme el Factor al cual se les atribuyen:

Tabla 5.3. Indicadores ambientales

Factor	Indicador Ambiental
Calidad del aire	Número de unidades móviles
	Tamaño de unidades móviles
	Número de fuentes fijas
	Turnos laborados
	Cantidad y/o intensidad de movimientos de tierras
Niveles sonoros	Cantidad y tipo de equipos utilizados
	Presencia de trabajadores y gente a los alrededores
Niveles lumínicos	Turnos nocturnos
	Instalaciones y edificaciones
	Tráfico nocturno
Microclima	Estimación de zonas con microclima
Topografía	Pendientes
	Curvas de nivel (corte, excavación, relleno, apilamiento)
Escurrimiento	Volumen
	Pendiente
Calidad del agua	Cantidad de materia orgánica (MO) de desmonte
	Cantidad de Sólidos Suspendidos Totales (SST) y Sólidos Disueltos Totales (SDT)
	Calidad química del agua
Infiltración	Área de captación
	Pendiente
	Permeabilidad
Profundidad efectiva	Superficie despalmada
	Volumen de suelo removido
Potencial de Erosión	Cobertura vegetal
	Pendiente
	Tipo de suelo
Cobertura	Superficie sin suelo

Factor	Indicador Ambiental
Distribución espacial y temporal de la vegetación	Distribución espacial de la vegetación
Cobertura vegetal	Tipo de cobertura (abierta, cerrada o dispersa)
Especies protegidas o de interés especial (flora)	Especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010
	Especies de interés comercial, Cultural, u otro
Distribución espacial y temporal de la fauna	Localización potencial de fauna silvestre
Hábitat de fauna	Integridad estimada de hábitat
Especies protegidas o de interés especial (fauna)	Especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010
	Especies de interés internacional (CITES)
	Especies de baja movilidad
	Especies Migratorias
Abundancia de avifauna	Índice de mortalidad
Cualidades estéticas	Estimación de las cualidades escénicas de las nanocuenas
Continuidad paisajística y visibilidad	Estimación cuantitativa
	Cuenca visual
Servicios e infraestructura	Infraestructura de utilidad
	Generación de algún servicio
Generación de residuos	Cantidad de residuos generados
	Tipo de residuos generados
	Manejo de residuos
Capacitación, educación y programas	Programas
	Capacitación/Educación
Desarrollo económico	Número de empleos directos generados
	Número de empleos indirectos generados
	Derrama económica
	Recaudación
Uso del territorio para actividades productivas	Actividad
	Intensidad
Vocación del suelo	Uso potencial al final de cada etapa: Agrícola, Pecuaria, Habitacional, Industrial, Vida Silvestre

Los indicadores ambientales identificados fueron utilizados de forma variable, considerando valores, números o intensidades estimadas para cuantificarlos y lograr una valoración de cada uno de los impactos ambientales del proyecto.

V.1.4 Criterios y metodologías de evaluación

V.1.4.1 Criterios para la evaluación del impacto ambiental

Para la recolección de información y la caracterización del entorno, se utilizaron diversos criterios y metodologías, entre las que resaltan:

- Superposición cartográfica de los diferentes Componentes Ambientales y del proyecto

- Recorridos, observaciones y levantamiento de información *in situ*
- Criterios de diseño, construcción y operación del proyecto
- Fotografías aéreas y satelitales de la zona de distintas fechas
- Información estatal y municipal sobre datos socioeconómicos, áreas naturales protegidas y planes de desarrollo
- Análisis de mapas y planos existentes de la zona
- Análisis y revisión de estudios del medio natural existentes de la zona (varios realizados por Natural Environment, S.C. misma empresa que desarrolla el presente documento)

A continuación se describe la metodología empleada para el análisis de la interrelación de los factores del medio identificados anteriormente (Tabla 5. 2) con las obras y actividades del proyecto. La evaluación se fundamentó en la aplicación de las técnicas mencionadas anteriormente y la utilización de sucesiones de distintas matrices causa-efecto, cualitativas y semicuantitativas.

V.1.4.2 Metodologías de evaluación del impacto ambiental empleadas

El procedimiento seleccionado para la identificación y evaluación de los impactos ambientales se basó en el trabajo de un grupo multidisciplinario que analizó las interacciones entre el Sistema Ambiental, el Área de Influencia y las acciones para la preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto.

La metodología empleada consistió, como primer paso, en el acotamiento del universo de análisis; es decir, una delimitación espacial del entorno identificando los factores ambientales específicos del proyecto (Sección V.1.1) y sus indicadores (Secciones V.1.2 y V.1.3). Posteriormente se identificaron de manera cualitativa los impactos ambientales y se determinaron cuáles de los factores serían los más afectados. A continuación, se estableció la importancia de cada uno de los impactos estimando su magnitud con base en los indicadores conocidos. Finalmente, se realizó una valoración de impactos ponderando el valor de peso de cada uno de los factores ambientales afectados y la descripción de los mismos.

En la Figura 5. 1 se presenta un diagrama que esquematiza el procedimiento general empleado para la identificación, evaluación e interpretación de los impactos ambientales del proyecto.

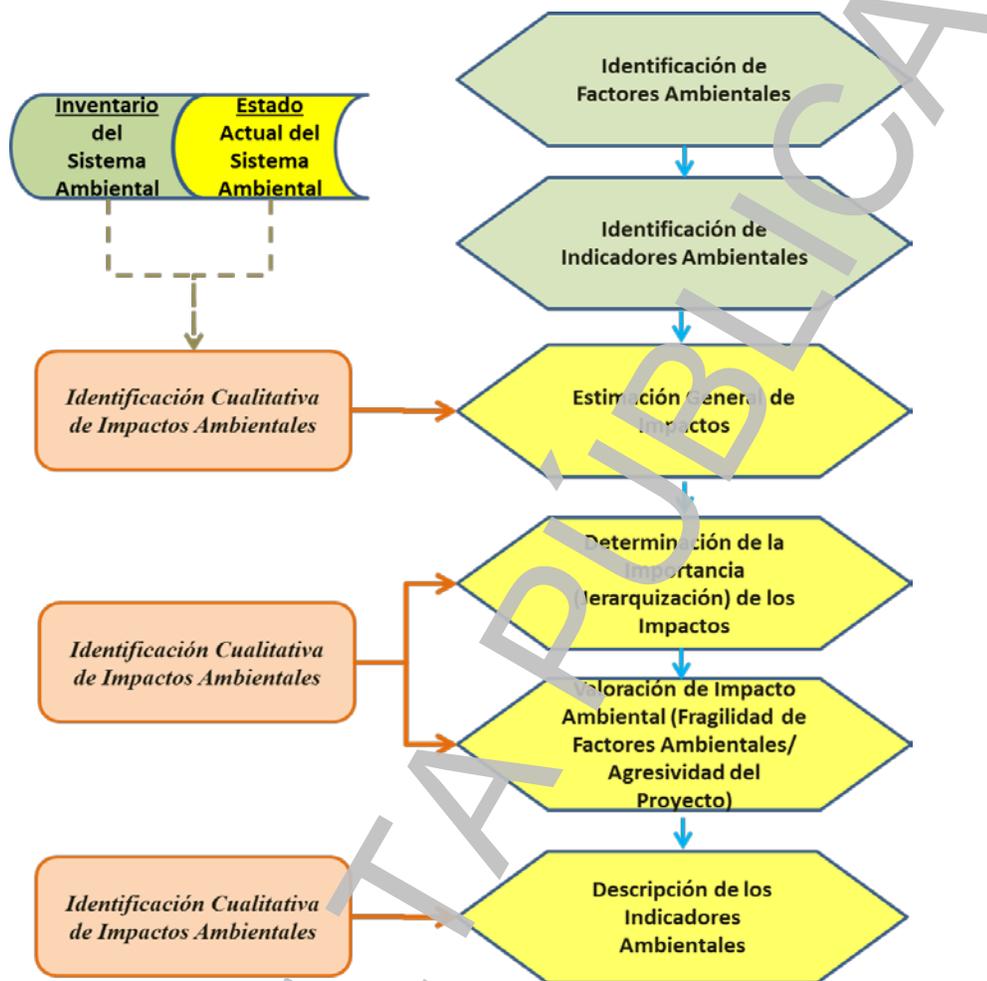


Figura 5. 1. Procedimiento utilizado para la identificación y evaluación de impactos

V.1.4.3 Actividades impactantes

La evaluación de los impactos ambientales del proyecto se hizo para las diferentes etapas del proyecto; preparación del sitio, construcción y operación.

Conforme a lo señalado en el Capítulo II, la etapa de preparación del sitio contempla actividades de delimitación del área de trabajo, ejecución del programa de vigilancia ambiental, desmonte, despalle, excavaciones, cortes y rellenos. Algunas actividades como la delimitación de obras no generará impactos, mientras que las actividades que si generen impactos se evaluarán de manera conjunta, es decir, se realizarán la evaluación de los impactos ambientales por etapa.

En la etapa de construcción, se evaluarán las actividades propias de la construcción de la infraestructura necesaria y de los aerogeneradores, entre otras. Estas actividades incluyen generación de polvos, ruido, movimiento de maquinaria y personal, por lo que se prevé que se presentarán impactos sobre varios de los componentes.

Finalmente, la etapa de operación incluye únicamente las actividades del funcionamiento de los aerogeneradores. Algunos impactos adversos que se pueden presentar en esta etapa del proyecto recaerán sobre el Componente Fauna. Por lo contrario, esta etapa del proyecto será la que presente más impactos benéficos.

A partir de lo anterior, en la siguiente Tabla se presentan las actividades y Componentes como serán considerados para la evaluación de impactos en cada etapa del proyecto.

Tabla 5. 4. Clasificación de las etapas del proyecto para evaluación de los impactos

Etapa	Obras / Actividades
	Delimitación del área de trabajo
Preparación del sitio	Desmante
	Despalme
	Excavaciones
	Cortes
	Rellenos
Construcción	Construcción de aerogeneradores
	Montaje de aerogeneradores
	Línea eléctrica interior
	Subestación Pinos
	Construcción de obras provisionales del Proyecto
Operación	Operación de aerogeneradores

V.1.4.4 Tipos e intensidad de las alteraciones ambientales

La identificación de los impactos del proyecto se realizaron primeramente de manera cualitativa considerando al Área de Influencia como unidad de análisis, los criterios utilizados fueron los siguientes:

- Intensidad de la alteración o perturbación ambiental
 - Perturbación alta: cuando el impacto modifica substancialmente su calidad y su funcionamiento en forma importante
 - Perturbación media: el impacto modifica parcialmente su uso, calidad o integridad
 - Perturbación baja: el impacto no supone un cambio perceptible en la integridad o calidad del elemento medioambiental
- Amplitud del impacto
 - Amplitud regional: el impacto alcanzará el conjunto de la población del Área de influencia o una parte de la misma
 - Amplitud local: el impacto alcanzará a una parte limitada de la población
 - Amplitud puntual: el impacto alcanzará a un pequeño grupo de la población
- Importancia del impacto

- Mayor: cuando se provoca una modificación profunda en la naturaleza o en el uso de un elemento ambiental de gran resistencia y estimado por la mayoría de la población del Área de Influencia
- Media: cuando hay una alteración parcial de la naturaleza o de la utilización de un elemento ambiental con resistencia media y considerada por una parte limitada de la población del área
- Menor: cuando hay una alteración local de la naturaleza o del uso de un elemento ambiental con resistencia baja y que, repercute en un grupo muy pequeño de la población del área

○ Signo del impacto:

- Positivo (+): Cuando los impactos son favorables
- Negativo (-): Cuando los impactos son desfavorables
- Sin Impacto (0): Cuando los impactos sean nulos

A continuación se presenta la Tabla 5. 5 de impactos generales obtenida:

Tabla 5. 5. Estimación general de impactos

Componente Ambiental	Intensidad de la alteración	Amplitud del impacto	Importancia del impacto	Signo
Atmósfera	Media	Local	Menor	-
Geomorfología	Media	Puntual	Menor	-
Hidrología	Baja	Puntual	Menor	-
Suelo	Baja	Puntual	Menor	-
Flora	Alta	Puntual	Media	-
Fauna	Alta	Local	Mayor	-
Paisaje	Media	Local	Media	-
Infraestructura	Alta	Local	Mayor	+
Cultura	Baja	Local	Menor	+
Medio Económico	Alta	Regional	Mayor	+

De esta estimación se desprenden las siguientes observaciones:

- El componente fauna podría ser el más impactado, presentando una alteración alta de amplitud local pero importancia mayor, debido a la fragilidad del componente
- Los componentes hidrología y suelos, presentarían alteraciones de intensidad baja, o nula, con amplitudes muy puntuales y serían considerados impactos de importancia menor, ello debido a las características del sitio en donde se pretende desarrollar el proyecto.
- Los componentes del medio económico e infraestructura recibirán impactos benéficos de intensidad alta, pues el desarrollo del Proyecto supondrá un estímulo económico y un

incremento en la derrama económica del sitio. Además la infraestructura del proyecto servirá para la generación de energía lo que supondría un servicio público.

- Se prevé que el componente cultura reciba impactos positivos de intensidad baja, amplitud local e intensidad menor, ello como resultado de capacitación en materia ambiental a todos los involucrados en el Proyecto
- Algunos otros componentes como paisaje, geomorfología y atmósfera recibirán impactos de intensidad media como consecuencia de actividades de preparación del sitio como cortes, rellenos, nivelaciones etc. Específicamente el componente paisaje se verá impactado por la inclusión de infraestructura en una zona forestal, disminuyendo la continuidad paisajística.

V.1.4.5 Identificación de impactos ambientales

A continuación se llevó a cabo una identificación más detallada de los diferentes impactos, para lo cual se construyó una matriz cualitativa que permite identificar las interacciones relevantes al ambiente causadas durante las etapas de preparación, construcción y operación del Proyecto, considerando todas las obras y actividades requeridas por el mismo.

La matriz consiste en un cuadro de doble entrada en el que se disponen como filas los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las etapas del proyecto que engloban a las actividades que tendrán lugar en cada una de las tres etapas y que serán causa de los posibles impactos.

En la Tabla 5. 6 se presenta la Matriz de identificación de impactos del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW*; y en la Tabla 5. 7 se muestra el balance numérico de los impactos por etapa.

Tabla 5. 6. Matriz de Identificación de Impactos del Proyecto Parque Eólico Pinos 30 MW



SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTORES IMPACTADOS	Etapa			
				P r e p a r a c i ó n	C o n s t r u c i ó n	O p e r a c i ó n	
MEDIO FÍSICO	MEDIO INERTE	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE - Material particulado (PM ₁₀ , PM-10)	A	a	ND	
			CALIDAD DEL AIRE - Emisiones (NO _x , SO _x , CO, X)	a	a	ND	
			NIVELES SONOROS	a	a	a	
			NIVELES LUMÍNICOS	ND	ND	a	
		MICROCLIMA	a	a	a		
		GEOMORFOLOGÍA	TOPOGRAFÍA	A	a	ND	
		HIDROLOGÍA	ESCURRIMIENTO	a	a	ND	
		SUPERFICIAL	CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL	a	a	ND	
			INFILTRACIÓN	a	a	ND	
		SUELO	PROFUNDIDAD EFECTIVA	a	ND	ND	
	POTENCIAL DE EROSIÓN		a	a	ND		
	COBERTURA		a	ND	ND		
	MEDIO BIÓTICO	FLORA	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL	a	ND	ND	
			COBERTURA VEGETAL	A	ND	ND	
			ESPECIES PROTEGIDAS Y/O DE INTERÉS ESPECIAL	a	ND	ND	
		FAUNA	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL	A	a	a	
			HÁBITAT	a	ND	ND	
			ESPECIES PROTEGIDAS	a	a	a	
	MEDIO PERCEPTUAL	PAISAJE	ABUNDANCIA DE AVIFAUNA	ND	ND	A	
			QUALIDADES ESTÉTICAS	a	a	ND	
CONTINUIDAD PAISAJÍSTICA Y VISIBILIDAD			a	a	ND		
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO			MEDIO SOCIO-CULTURAL	INFRAESTRUCTURA	ND	b	B
				GENERACIÓN DE RESIDUOS	a	a	a
MEDIO ECONÓMICO	MEDIO ECONÓMICO	CAPACITACIÓN, EDUCACIÓN Y PROGRAMAS	b	b	b		
		DESARROLLO ECONÓMICO	b	b	B		
		USO DEL TERRITORIO PARA ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	ND	ND	B		
		VOCACIÓN DEL SUELO	a	ND	b		

A = Impacto adverso principal
a = Impacto adverso secundario

B = Impacto beneficioso principal
b = Impacto beneficioso secundario

Tabla 5. 7. Balance de impactos por etapas

Etapa	Adversos significativos	Adversos principales	Adversos secundarios	Benéficos principales	Benéficos secundarios	Impacto Nulo / Imperceptible
Preparación del sitio	0	4	17	0	2	4
Construcción	0	0	14	0	3	10
Operación	0	1	6	3	2	15
Total por tipo	0	5	37	3	7	29
Total por sentido		42		10		29

En el Glosario de esta MIA (Sección VIII.4), se ofrecen las definiciones que diferencian los impactos principales de los impactos secundarios y los adversos significativos.

De la matriz de identificación de impactos (Tabla 5. 6), y de la Tabla 5. 7, se obtiene estas conclusiones:

- Durante el desarrollo del proyecto NO se identifica que puedan acontecer impactos adversos significativos.
- Con la Matriz de identificación de impactos fue posible determinar que durante el desarrollo del proyecto pudieran acontecer 52 impactos.
- Una vez realizado el análisis detallado de las interacciones del proyecto con los factores de cada Componente Ambiental, se concluyó que de los 52 impactos, 42 pudieran ser adversos, lo que representaría el 80.7%.
- 10 impactos que se prevén por el desarrollo del proyecto serían benéficos, ellos representarían el 19.3% de los posibles impactos.
- En 27 casos, no se identifica la aparición de impactos (ver claves ND en la Tabla 5. 6).
- De los 42 impactos adversos identificados 5 serían adversos principales y 37 adversos secundarios.
- De los 10 impactos benéficos que acontecerían por el desarrollo del proyecto, 3 serían benéficos principales y 7 benéficos secundarios, todos estos sobre los Componentes Infraestructura, Cultural y Medio Económico.
- Durante la etapa de preparación del sitio, se prevé que ocurran 4 de los 5 impactos adversos principales y 17 secundarios, por lo que será la etapa que presente mayores afectaciones.
- Por contrario, durante esta misma etapa solo se presentarán impactos benéficos sobre los componentes Cultural y Medio Económico, siendo estos de carácter secundario. Estos impactos se presentaran sobre los factores Capacitación, Educación y Programas y sobre Desarrollo Económico.
- Durante la etapa de Construcción se estima que se presenten 17 impactos de los cuales 14 son adversos secundarios y 3 benéficos secundarios.
- Durante la etapa de operación se estiman 12 impactos de los cuales 7 son adversos y 5 benéficos. De los 7 impactos adversos, 1 se considera de carácter principal sobre el componente Fauna y 6 secundarios. Estos impactos secundarios prevén sobre los Componentes, Atmósfera y Fauna.
- Durante esta etapa (operación), se prevén la mayor cantidad de impactos benéficos. Más específicamente, se prevén 3 impactos benéficos principales y 7 impactos benéficos secundarios, todos estos sobre los componentes Infraestructura, Cultural y Medio Económico.

- En la etapa de preparación del sitio se presentarán el mayor número de impactos por etapa, sin embargo, será hasta la evaluación cuantitativa (Anexos 5.1,5.2,5.3,5.4) donde se determinará que etapa es donde se generarán los impactos más relevantes

Una vez identificados de forma general los impactos sobre cada uno de los factores ambientales del entorno del proyecto, se procedió a determinar su importancia.

V.1.4.6 Determinación de la importancia y jerarquización de los impactos ambientales

Una vez que se han identificado los Componentes que podrían verse afectados y las etapas donde ocurriría, se procede a la aplicación de una Matriz de Leopold Cuantitativa modificada por Clifton Associates Ltd. Natural Environment S.C., en la cual se evalúa cada Componente y actividades del Proyecto en relación a cada Componente Ambiental y en cada una de las tres etapas del proyecto. Cada actividad u obra del proyecto en relación a un Componente Ambiental e indicador, es evaluado con base en diez atributos o parámetros de referencia (criterios de calificación numérica), para la caracterización de la importancia de cada impacto:

- Intensidad (IN)
- Extensión (EX)
- Momento (MO)
- Persistencia (PE)
- Reversibilidad (RV)
- Sinergia (SI)
- Acumulación (AC)
- Efecto (EF)
- Periodicidad (PR)
- Recuperabilidad (MC)

Así entonces, las casillas de cruce de las matrices de impactos ambientales (Anexos 5.1, 5.2 y 5.3) están ocupadas por los valores correspondientes a estos diez atributos determinados, utilizando sus indicadores ambientales respectivos (Tabla 5. 3).

A partir de los parámetros anteriores, la valoración cuantitativa de la importancia de un impacto en particular fue obtenida mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Importancia} = +/- (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

El signo del impacto hace alusión al carácter benéfico (+), o perjudicial (-) de la naturaleza de las acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

A continuación se describe cada uno de los atributos empleados para la determinación del grado de importancia de los impactos:

Intensidad (IN) – Grado de destrucción

Grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que se actúa. El parámetro de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que el 12 expresará una destrucción total del Factor en el área en la que se produce el efecto, y el 1 la afección mínima. Los valores comprendidos entre estos dos términos reflejarán situaciones intermedias.

Extensión (EX)

Se refiere al Área de Influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto. Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter Puntual (1), si por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será Total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación como impacto Parcial (2) y Extenso (4). En el caso de que el efecto se produzca en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de una a cuatro unidades por encima del que le correspondería en función de la extensión en que se manifiesta.

Momento (MO)

El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el Factor del medio considerado.

Cuando el tiempo transcurrido sea nulo o inferior a un año, el momento será Inmediato o a Corto Plazo, asignándole un valor (4) en ambos casos. Si el período de tiempo va de 1 a 5 años, Medio Plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de 5 años, Largo Plazo (1).

Si ocurre alguna circunstancia que haga crítico el momento del impacto, se le debe atribuir un valor de una a cuatro unidades por encima de las especificadas.

Persistencia (PE)

Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto a partir de su aparición. Si dura menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto Fugaz, asignándole un valor (1). Si dura entre 1 y 10 años, Temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, se considera el efecto como Permanente asignándole un valor (4).

Reversibilidad (RV)

La posibilidad de reconstrucción del Factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio.

Si es a Corto Plazo, se le asigna un valor (1), si es a Medio Plazo (2) y si el efecto es irreversible (4). Los intervalos de tiempo que comprenden estos períodos, son los mismos asignados en el parámetro Persistencia.

Sinergia (SI)

Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos posibles. El Componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior al que cabría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

Cuando una acción actuando sobre un Factor no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4).

Cuando se presenten casos de debilitamiento, la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la importancia del impacto.

Acumulación (AC)

Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Por acumulativo también se entenderá la adición de unidades de medición de la magnitud del efecto (parámetros de calidad del aire, del agua, o cualquier otra unidad de medición aplicable), a los posibles efectos similares presentes en el sitio por actividades previas o ajenas a las del proyecto, y/o el incremento de las fuentes que lo originan dentro del SA.

Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa (4).

Efecto (EF)

Este atributo se refiere a la relación causa-efecto; es decir, a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser Directo o Primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta.

En el caso de que el efecto sea indirecto o Secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden.

Este término toma valor (1) en caso de que el efecto sea secundario y el valor (4) cuando sea directo.

Periodicidad (PF)

La periodicidad se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (Periódico), de forma impredecible en el tiempo (Irregular), o constante en el tiempo (Continuo).

A los efectos Continuos se les asigna valor (4), a los Periódicos (2) y a los de aparición irregular y discontinuos (1).

Recuperabilidad (MC)

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del Factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana.

Si el efecto es totalmente Recuperable, se le asigna un valor de (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o a mediano plazo, si lo es parcialmente, el efecto es Mitigable, y toma un valor (4). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana) se le asigna el valor (8). En el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias el valor adoptado será (4).

En la Tabla 5. 8 se resumen los valores asignables a cada uno de los atributos mencionados:

Tabla 5. 8. Valores asignables a los atributos de importancia del impacto

Atributo	Características	Valor
Intensidad (IN)	Baja	1
	Media	2
	Alta	4
	Muy alta	8
	Total	12
Extensión (EX)	Puntual	1
	Parcial	2
	Extenso	4
	Total	8
	Crítico	(+4)
Momento (MO)	Largo plazo	1
	Medio plazo	2
	Inmediato	4
	Crítico	(+4)
Persistencia (PE)	Fugaz	1
	Temporal	2
	Permanente	4
Reversibilidad (RV)	Corto plazo	1
	Medio plazo	2
	Irreversible	4
Sinergia (SI)	Sin sinergismo	1
	Sinérgico	2
	Muy sinérgico	4
Acumulación (AC)	Simple	1
	Acumulativo	4
Efecto (EF)	Indirecto (secundario)	1
	Directo	4
Periodicidad	Irregular o aperiódico y discontinuo	1

Atributo	Características	Valor
(PR)	Periódico	2
	Continuo	4
Recuperabilidad (MC)	Recuperable de manera inmediata	1
	Recuperable a mediano plazo	2
	Mitigable	4
	Irrecuperable	8

NOTA: Es necesario señalar que, existen componentes que no se verán afectados por el desarrollo del Proyecto, aun así fueron considerados para su correcta evaluación. Un ejemplo de un componente que no se verá afectado, será la vegetación, pues esta es inexistente dentro del área del proyecto y además junto con la afectación que sufren otros componentes como por ejemplo el suelo, ni siquiera su distribución espacial podría verse afectada. Para el caso de componentes o factores que no se vean afectados, se considera además de lo expuesto en la Tabla anterior la calificación de 0 a los atributos de importancia del impacto.

La evaluación llevada a cabo crea un índice que refleja las características cuantitativas y cualitativas del impacto, describiendo la interacción en términos de magnitud e importancia. La importancia del impacto toma entonces valores entre 13 y 100, lo que permite hacer comparaciones numéricas y jerarquizar los impactos. Los impactos con valores de importancia inferiores a 26 son clasificados como “irrelevantes”, es decir compatibles. Los impactos “Moderados” presentan una importancia en el rango entre 26 y 50. Son “Severos” cuando la importancia se encuentra entre 51 y 75, y “Críticos” cuando el valor es superior a 75. Según su clasificación, los impactos son marcados en la matriz de importancia con un color que los distingue: blanco para los irrelevantes, amarillo para los moderados, naranja para los severos y rojo para los impactos críticos.

En los Anexos 5.1, 5.2 y 5.3 se presentan las matrices de ponderación de importancia de los impactos de cada una de las etapas del proyecto, conforme a la agrupación de los Componentes antes indicada (Tabla 5. 4). Del análisis de estas matrices se concluye principalmente lo siguiente.

Preparación del sitio

Según la evaluación de impactos, la etapa de preparación del sitio será la que generará un mayor número de impactos negativos. Se espera recibir 2 impactos adversos severos, 15 adversos moderados, 4 adversos compatibles y 2 benéficos. En la siguiente Tabla se detalla el número de impactos que podrían ocurrir y sobre que componentes.

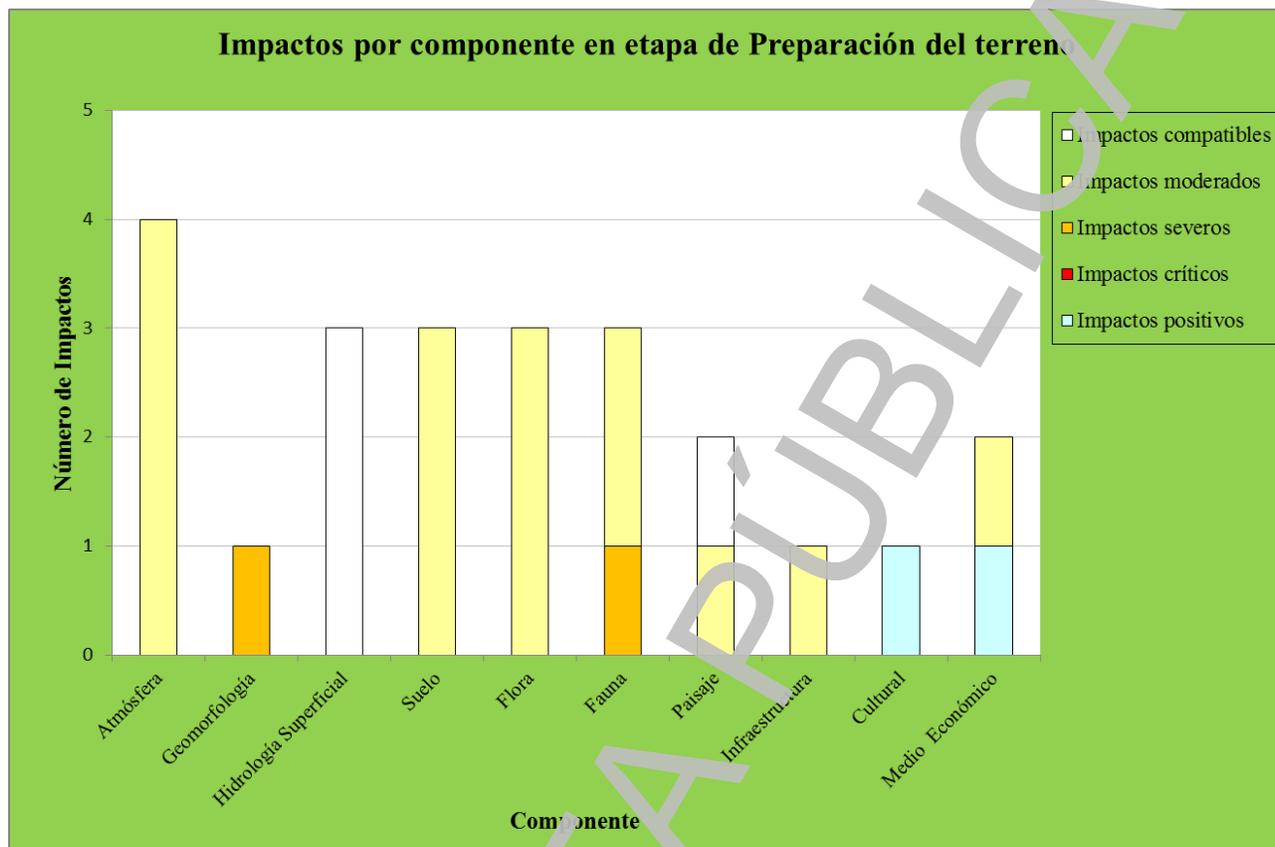


Figura 5. 2. Número de impactos identificados y evaluados por componente en la etapa de preparación

De la matriz de caracterización de la importancia de impactos durante la etapa de preparación del sitio del proyecto (Anexo 5.1) se concluye lo siguiente:

- Una vez tomadas en cuenta todas las actividades que se desarrollarán durante la etapa de preparación del sitio (desmonte, despalme, cortes, rellenos, nivelación, compactación, entre otras), se estima que no se presentarán impactos adversos críticos
- Durante la preparación del sitio se estima la aparición de impactos adversos severos, moderados y compatibles; así como impactos positivos de carácter moderado.
- Las actividades de desmonte, despalme, cortes, rellenos y nivelaciones serán las que generarán un mayor impacto adverso al ambiente, específicamente sobre los componentes Fauna, Flora, Geomorfología y Atmósfera.
- La calidad del aire (material particulado) será modificada como resultado del movimiento de tierras durante las actividades de despalme, corte, rellenos, nivelaciones y compactaciones del terreno. Este impacto es considerado moderado cercano a convertirse en severo pues de manera general se prevé que la generación de polvos y su dispersión tengan una intensidad muy alta, sin embargo se contempla que este impacto sea recuperable casi de manera

inmediata.

- Por otra parte, la calidad del aire (emisiones) se verá afectada durante la etapa de preparación del sitio debido al uso de maquinaria. Durante las actividades de esta etapa será necesario el tránsito de diferentes máquinas y vehículos que emitirán gases contaminantes en el área del proyecto. El impacto sobre este factor se determinó de intensidad alta y de extensión parcial a razón de la cantidad de maquinaria y vehículos que se utilizarán para esta etapa.
- Durante la etapa de preparación del sitio se prevén impactos sobre los niveles sonoros como consecuencia del ruido que generará la maquinaria, equipo y personal durante las diferentes actividades. El nivel de ruido será proporcional a la cantidad de fuentes de generación de ruido que existan por lo que en este caso, la intensidad del impacto se considera alta mientras que la periodicidad puede considerarse irregular o discontinua. El impacto al factor niveles sonoros se determinó como moderado.
- Durante la etapa de preparación del sitio no se contemplan horarios nocturnos por lo que no se prevén impactos sobre los niveles lumínicos del sitio.
- El retiro de la cubierta vegetal en 15.1970 ha supondrá una modificación al microclima, sin embargo, dado el grado de perturbación del sitio, se considera que este impacto sea de intensidad media y puntual.
- Debido a la topografía del sitio en donde se pretende realizar el Proyecto, será necesaria la realización de cortes, rellenos, nivelaciones y compactaciones en ciertas zonas, generando un impacto de intensidad alta sobre la topografía. Estas actividades impactarán de forma puntual este componente, sin embargo, se estima que el impacto sobre la topografía del sitio sea permanente e irreversible. Dicho esto, se estima que el impacto sobre el componente geomorfología sea severo.
- La compactación del suelo en ciertas zonas del Proyecto, tendrá como consecuencia impactos la disminución de la infiltración y por ende, un incremento en el volumen de escurrimiento. Además, el arrastre de sedimentos en el agua escurrida, generará un impacto adverso en la calidad de esta. Tomando en cuenta que el diseño del Proyecto contempla la construcción de canales de derivación de aguas, el impacto sobre los factores del componente Hidrología se consideran compatibles.
- Las actividades de despalme que se pretenden realizar sobre las superficies a cambio de uso de suelo suponen un impacto sobre la profundidad efectiva del suelo. Como se mencionó en la descripción del Proyecto, algunas obras se encuentran sobre superficie agrícola, por lo que el impacto sobre la profundidad efectiva del suelo se considera moderado, de intensidad media, extensión puntual, inmediato y permanente.
- Además de los impactos previamente descritos sobre la profundidad efectiva del suelo, las mismas actividades de desmonte y despalme generarán impactos indirectos sobre el potencial de erosión, impactando de forma puntual, permanente e inmediata. El impacto sobre este

factor es moderado.

- El componente flora únicamente recibirá impactos durante esta etapa del Proyecto, ya que las actividades de desmote eliminarán por completo el componente de la superficie del Proyecto. Como consecuencia de esta actividad, se prevé que el impacto sobre distribución espacial y temporal de la fauna sea de intensidad alta, directa e inmediata. Sin embargo, el hecho de que sea un impacto puntual y recuperable a mediano plazo lo convierte en un impacto de importancia moderada.
- Al igual que la distribución espacial y temporal de la flora, las actividades de desmote impactarán directa, permanente e inmediatamente al factor cobertura vegetal. A diferencia del factor anterior, se prevé que la intensidad del impacto sobre este factor sea de intensidad muy alta, generando que el impacto se encuentra en carácter moderado cerca de convertirse en un impacto severo.
- Como ya se mencionó, una porción del proyecto se encuentra localizada sobre terrenos agrícolas, mientras que el resto del Proyecto se localiza sobre terrenos forestales medianamente conservados. De igual forma, se ha venido mencionando que en la parte central del SA se localiza una sección de terrenos forestales con grados de conservación importante. Dicho esto, el desarrollo de las actividades de preparación del sitio (desmote, despalme, compactación, etc.) generará indirectamente ahuyentamiento de especies de fauna presentes en esta área conservada, ocasionando una alteración en la distribución espacial y temporal de fauna. Se prevé que el impacto sea de intensidad muy alta, extenso, inmediato y acumulativo, generando un impacto de carácter severo.
- De acuerdo a los trabajos de campo, se localizaron 8 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que se prevé que durante la etapa de preparación del sitio existan afectaciones de carácter moderado sobre este factor.
- El desmote de la vegetación dentro de la superficie del Proyecto generará impactos indirectos sobre el factor hábitat. La pérdida del hábitat supondrá un impacto de carácter moderado de muy alta intensidad, permanente e inmediato, sin embargo se considera puntual e irregular.
- Durante el desarrollo de las actividades de preparación del sitio, el componente paisajístico se verá impactado como consecuencia de dos aspectos importantes. El primero de ellos corresponde a la inserción de elementos artificiales como lo será la maquinaria, los vehículos y equipo de trabajo; mientras que el segundo corresponde a la eliminación de la vegetación en ciertas zonas de la huella del Proyecto. En cuanto al factor continuidad paisajística y visibilidad, el impacto fue considerado como moderado más por su naturaleza de acumulativo que por su agresividad al medio ambiente, mientras que en el caso del factor cualidades estéticas, se considera un impacto compatible por el grado de perturbación que presente cierta parte de la huella del Proyecto.
- El Componente Cultura presentará impactos benéficos durante la preparación del sitio, pues

antes del desarrollo de estas actividades se impartirán capacitaciones al personal en materia ambiental y operativa. Estas capacitaciones generarán conciencia ambiental directa, así como actualizaciones en la aplicación de técnicas y procedimientos laborales.

- El Factor Desarrollo económico recibirá impactos benéficos durante toda esta etapa, ya que durante las actividades de esta etapa se crearán nuevos empleos temporales (prestadores de servicios profesionales).
- El factor uso del territorio para actividades productivas no recibirá impacto alguno durante el desarrollo de esta etapa, ya que la preparación del suelo no supone la realización de actividades productivas.
- El factor vocación del suelo se verá impactado como consecuencia de la pérdida de vocación forestal y agrícola, ya que al final de esta etapa, el suelo no contará con una vocación específica. Debido a la superficie de la huella del Proyecto, el impacto se considera puntual pero inmediato, permanente y de intensidad alta.

Construcción:

La etapa de construcción será la segunda etapa con mayor número de impactos adversos y benéficos del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW*. La matriz elaborada específicamente para esta etapa se puede consultar en el Anexo 5.2.

A continuación se presenta una tabla donde se detalla el número de impactos que podrían acontecer durante la construcción del proyecto y se especifica sobre que componente, también se observan los impacto positivos.

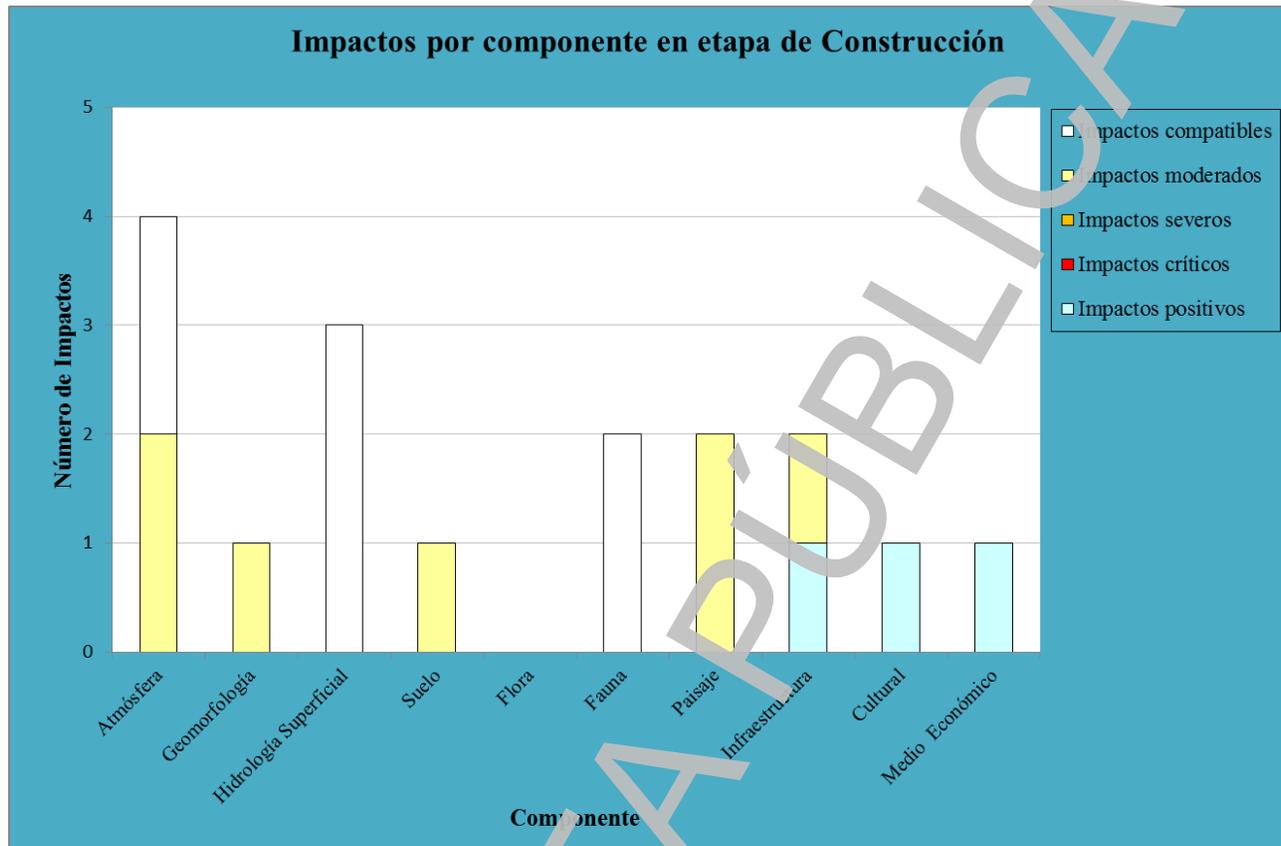


Figura 5. 3. Número de impactos identificados y evaluados por componente en la etapa de Construcción

De esta matriz de caracterización de la importancia de impactos de la etapa de construcción del proyecto (Anexo 5.2), se concluye lo siguiente:

- La etapa de construcción es la segunda etapa con más impactos adversos.
- No se estiman impactos adversos de carácter severo o crítico. Todos los impactos evaluados resultaron ser moderados y compatibles, además de 3 impactos positivos que pudieran ser considerados como moderados.
- De forma general, los impactos adversos al componente atmósfera continuarán en esta etapa, sin embargo, se prevé que la intensidad de estos disminuya conforme las actividades que requieren más movimiento de tierra desaparezcan.
- Los impactos a los factores Calidad del aire por la suspensión de material particulado, por emisiones de gases contaminantes y por ruido, serán menores que en la etapa de preparación, pues el movimiento de tierras y la maquinaria de trabajo será menor que durante la preparación.
- Al igual que en la etapa anterior, no se contemplan trabajos nocturnos, por lo que no se

prevén impactos sobre los niveles lumínicos.

- Los impactos generados durante esta etapa sobre el componente geomorfología serán de menor intensidad que los generados durante la etapa anterior, ya que se prevé que el uso del área de aprovisionamiento de material sea menor a la de la etapa anterior.
- El componente Hidrología sufrirá los mismos impactos durante etapa que los previstos para la etapa anterior, ya que por una parte la construcción de las planchas de concreto y edificaciones contempladas por el Proyecto tendrán el mismo efecto de disminuir la infiltración y aumentar el volumen de escurrimiento. Sin embargo la presencia de los canales de derivación disminuirán los impactos sobre este componente.
- El único factor del componente suelo que se verá impactado durante la etapa de construcción es el potencial de erosión, puesto que las actividades de construcción supondrán un desgaste del suelo presente. Este impacto será de intensidad media y puntual, aunque también se considera permanente y acumulativo.
- Como ya se mencionó, los impactos sobre el componente flora se presentarán únicamente durante la etapa de preparación del sitio. Dicho esto, no se esperan impactos sobre este componente durante la etapa de construcción.
- La presencia de maquinaria, equipo y personal, así como la generación de ruido continuarán contribuyendo en el ahuyentamiento de especies de fauna, generando impactos compatibles sobre el componente distribución espacial y temporal y especies protegidas. Este impacto obedecerá principalmente como un impacto acumulativo al que ya habrá presentado en la etapa de preparación del sitio, por lo que la intensidad disminuirá de manera gradual. Dadas las características del impacto, se consideró de intensidad baja y puntual.
- Es importante mencionar que al llegar a esta etapa del proyecto, ya habrá ocurrido un impacto importante sobre la distribución espacial y temporal de fauna, por lo que el efecto adverso que ocasionará esta etapa del Proyecto sobre este factor se considera de intensidad baja, aunque sumamente acumulativos.
- La inclusión de las obras incluidas en el Proyecto supondrá un impacto sobre las cualidades estéticas del sitio. Aunque cuando existe un alto grado de perturbación en el sitio ocasionado por la presencia de grandes superficies agrícolas, la presencia de zonas forestales en zonas cercanas al Proyecto ocasiona que los impactos que generará la inclusión de nuevos elementos a la estética del sitio se haya considerado de alta intensidad, permanentes e inmediatos.
- Por otra parte, el factor Continuidad paisajística y visibilidad se verá impactado directamente por la construcción del Proyecto, principalmente la presencia de los aerogeneradores. Tomando en cuenta la cuenca visual, y dadas las características de estos aerogeneradores, el impacto sobre la continuidad paisajística y visibilidad será extenso y de alta intensidad.

- El componente Infraestructura recibirá impactos positivos y negativos durante esta etapa del proyecto. Por una parte, el factor servicios e infraestructura será impactado de manera benéfica por la presencia de la infraestructura necesaria para posteriormente proporcionar el servicio pretendido. Este impacto se consideró de intensidad media, directo, permanente, inmediato y continuó. Por otra parte, el factor generación de residuos se verá impactado de manera moderada por la generación de residuos provenientes de las actividades de construcción. Debido a la cantidad de residuos que se tiene previsto generar, este impacto se consideró de magnitud media, inmediato, permanente e irreversible.
- El Componente Cultura seguirá recibiendo impactos benéficos durante la construcción del Proyecto, pues se dará continuidad a las capacitaciones del personal involucrado, en materia ambiental y operativa. Estas capacitaciones generarán conciencia ambiental directa.
- De los tres factores que integran el componente Medio económico, el desarrollo económico será el único que reciba impactos durante esta etapa. La generación de empleos relacionados a las actividades de construcción.

Operación:

La etapa de operación será en la que acontezcan la menor cantidad de impactos adversos al medio ambiente, así mismo será la etapa que acarreará la mayor intensidad en sus impactos positivos.

A continuación se presenta una tabla donde se detalla el número de impactos que podrían acontecer durante la operación del Proyecto y se especifica sobre que componente, también se observan los impactos positivos. Para mayor detalle, consultar el Anexo 5.3 donde se muestra la Matriz de importancia de impactos en la etapa de operación.

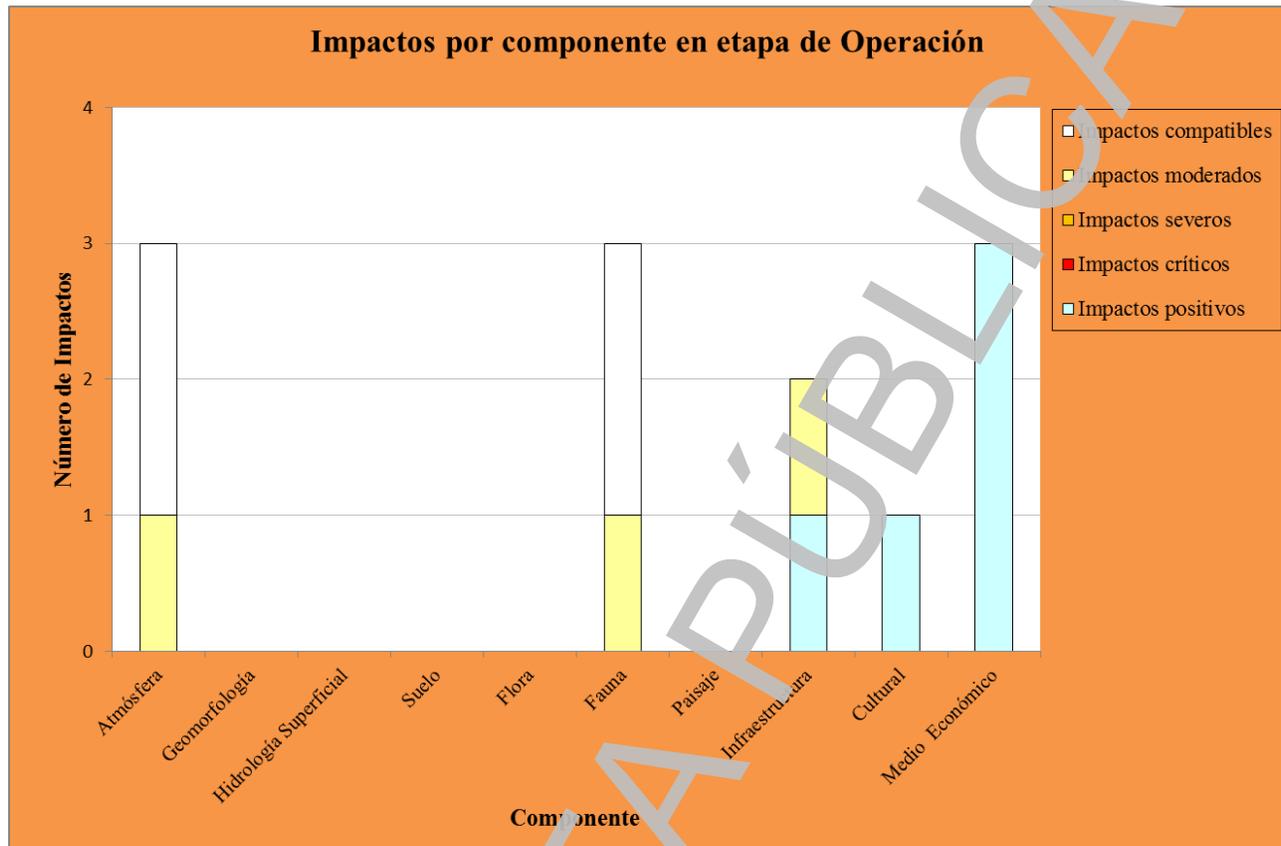


Figura 5. 4. Número de impactos identificados y evaluados por componente en la etapa de Operación

De la matriz de importancia de los impactos en la etapa de operación (Anexo 5.3) se desprenden las siguientes conclusiones:

- Como ya se mencionó, durante la etapa de operación no se contempla el uso de vehículos o personal presente en el sitio del Proyecto, por lo que tampoco se prevén impactos sobre la calidad del aire (material particulado y emisiones).
- La operación de los aerogeneradores generará un incremento de intensidad media sobre los niveles sonoros. Se prevé que este impacto sea inmediato, permanente y continuo, sin embargo, debido a sus características también se considera reversible a corto plazo y recuperable de manera inmediata.
- A diferencia de las etapas anteriores, durante la etapa de operación se prevén impactos sobre los niveles lumínicos, ya que se contempla el uso de luminarias en el área del Proyecto. Este impacto se considera de intensidad baja y de extensión puntual.
- Los impactos sobre los componentes geomorfología e hidrología únicamente se prevén durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Dicho esto, durante esta etapa del Proyecto no se prevén impactos sobre estos componentes.

- Al igual que los componentes descritos anteriormente, el componente suelo no recibirá impactos durante la operación del Proyecto, ya que durante las etapas previas se generaron todos los impactos sobre este componente.
- Al haberse removido la vegetación de las áreas a cambio de uso de suelo durante la etapa de preparación del sitio, no se prevé más impactos sobre la flora durante esta etapa del Proyecto.
- La operación de los aerogeneradores continuará con el ahuyentamiento involuntario de fauna, ya que aun cuando no se contempla la presencia de personal en el sitio del Proyecto, la simple generación de ruido provocará un impacto de baja intensidad e indirecto. Por otra parte, aunque el impacto se considera inmediato, continuo y extenso se considera un impacto de persistencia temporal, ya que conforme transcurre el tiempo, se espera que la fauna comience a acostumbrarse a la presencia y al ruido generado por los aerogeneradores.
- Las cualidades estéticas y paisajísticas no sufrirán más impactos que los identificados durante la etapa de preparación y construcción
- El componente infraestructura, y más específicamente el factor servicios e infraestructura se verá impactado benéficamente como consecuencia de la generación de energía, la cual supondrá un servicio a la comunidad. Por las características del impacto, se considera de intensidad muy alta, además, se considera extenso, inmediato, permanente y continuo.
- El factor generación de residuos no recibirá impactos durante la operación del Proyecto, ya que como se mencionó anteriormente, esta etapa no prevé la presencia de personal, vehículos y/o maquinaria en el sitio del Proyecto.
- Al igual que en las etapas anteriores, durante el desarrollo de esta etapa se ofrecerán capacitaciones y programas al personal relacionado con el Proyecto, generando así un impacto benéfico de intensidad baja. Estas capacitaciones representan un impacto inmediato, periódico y temporal.
- El componente medio económico sufrirá del mayor número de impactos benéficos durante esta etapa del Proyecto, ya que la operación de este, supondrá un incremento importante en el desarrollo económico. Además la operación supondría el uso del territorio para actividades productivas (generación de energía). Estos impactos estarían al nivel de un impacto severo y moderado respectivamente.
- La vocación del suelo también recibirá impactos altamente positivos, pues se modificará la vocación del suelo para la generación de energía.

V.1.4.7. Valoración de impactos ambientales con ponderación de importancia de los factores ambientales

Una vez determinado el grado de importancia de los impactos de las obras sobre los Factores ambientales en cada etapa, se realizó una nueva valoración de los impactos, esta vez ponderando el peso específico de los Factores ambientales dentro del Sistema Ambiental, es decir, el nivel de relevancia de cada Factor en la dinámica local del ecosistema respecto a los demás Factores.

Para lo anterior, se extrajeron primeramente los valores más altos de importancia de los impactos de cada matriz (Anexos 5.1 al 5.3), traspasándolos a la denominada Matriz de Ponderados, la cual se muestra en el Anexo 5.4. Después, a cada Factor ambiental identificado se le asigna un peso por su mayor o menor contribución a la situación ambiental, expresado en Unidades de Importancia (“UIP”). La determinación de los valores numéricos de cada peso se basó en los pesos específicos de cada componente respecto a su influencia o relevancia en el entorno. Con este análisis se determinó el peso ponderado de cada componente ambiental sobre un valor total de 100. A partir de ello, para fijar las Unidades de Importancia de los Factores ambientales, se multiplicó el peso ponderado de cada componente por 10 para manejar valores enteros, y se repartió dicho valor entre los Factores que lo integran; de manera que se predeterminaron un total de 1,000 UIP a ser repartidos entre los distintos Factores ambientales, de acuerdo a su grado de contribución al SA y en congruencia con la metodología aplicada para la elaboración del diagnóstico ambiental.

En la Matriz de Ponderados (Anexo 5.4), se presentan junto a la columna de Factores Impactados las UIP asignadas a cada Factor ambiental. La columna del Total Absoluto representa entonces la sumatoria de los impactos ambientales de todas las acciones sobre cada Factor ambiental; mientras que la columna del Total Relativo representa la sumatoria del Total Absoluto más las Unidades de Importancia de cada Factor ambiental. La sumatoria por filas indica las incidencias del conjunto sobre cada Factor ambiental y por tanto, su “Fragilidad” ante el Proyecto. La suma por columnas da una valoración relativa del efecto que el conjunto de actividades y obras para cada etapa producirá en el medio, y por tanto, su “Agresividad”.

De la matriz de valoración de impactos con ponderación de los factores ambientales del proyecto (Anexo 5.4), se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- La etapa más impactante del proyecto será la preparación del sitio, la cual incluye actividades de desmonte, despalme, cortes, rellenos, nivelaciones, compactaciones, entre otras. Estas actividades generarán impactos como el retiro de la cobertura vegetal, ahuyentamiento de especies de fauna, generación de polvos suspendidos, etc.
- Por la cantidad y magnitud de los impactos adversos al ambiente, las etapas de desarrollo del proyecto pueden ordenarse, de mayor a menor importancia, de la siguiente manera: Preparación del Sitio, Construcción y Operación (ver Figura 5. 5)
- Por la magnitud del impacto adverso absoluto que reciben los factores ambientales, estos pueden ser ordenados, de mayor a menor vulnerabilidad, como aparecen en la Tabla 5. 9.
- Por la magnitud del impacto adverso relativo que reciben los factores ambientales, estos

pueden ser ordenados, de mayor a menor vulnerabilidad, como aparecen en la Tabla 5. 10.

Tabla 5. 9. Factores impactados por valor absoluto ordenados de mayor a menor vulnerabilidad

No.	Factor
1	DESARROLLO ECONÓMICO
2	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL (fauna)
3	NIVELES SONOROS
4	SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA
5	GENERACIÓN DE RESIDUOS
6	TOPOGRAFÍA
7	CONTINUIDAD PAISAJÍSTICA Y VISIBILIDAD
8	MICROCLIMA
9	ESPECIES PROTEGIDAS (fauna)
10	CAPACITACIÓN, EDUCACIÓN Y PROGRAMAS
11	CALIDAD DEL AIRE - Material particulado (PST, PM-10)
12	VOCACIÓN DEL SUELO
13	POTENCIAL DE EROSIÓN
14	CUALIDADES ESTÉTICAS
15	USO DEL TERRITORIO PARA ACTIVIDADES PRODUCTIVAS
16	CALIDAD DEL AIRE - Emisiones (NO _x , SO _x , CO _x)
17	INFILTRACIÓN
18	ESCURRIMIENTO
19	CALIDAD DEL AGUA
20	COBERTURA VEGETAL
21	ABUNDANCIA DE AVIFAUNA
22	HÁBITAT
23	ESPECIES PROTEGIDAS Y/O DE INTERÉS ESPECIAL (flora)
24	COBERTURA DE SUELO
25	PROFUNDIDAD EFECTIVA DEL SUELO
26	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL (flora)
27	NIVELES LUMÍNICOS

Tabla 5. 10. Factores impactados por valor relativo ordenados de mayor a menor vulnerabilidad

No.	Factor
1	DESARROLLO ECONÓMICO
2	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL (fauna)
3	SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA
4	USO DEL TERRITORIO PARA ACTIVIDADES PRODUCTIVAS
5	CALIDAD DEL AIRE - Material particulado (PST, PM-10)
6	TOPOGRAFÍA
7	ESPECIES PROTEGIDAS (fauna)
8	CONTINUIDAD PAISAJÍSTICA Y VISIBILIDAD
9	NIVELES SONOROS
10	MICROCLIMA
11	COBERTURA VEGETAL
12	GENERACIÓN DE RESIDUOS
13	HÁBITAT
14	CUALIDADES ESTÉTICAS
15	POTENCIAL DE EROSIÓN
16	ABUNDANCIA DE AVIFAUNA
17	INFILTRACIÓN
18	ESCURRIMIENTO
19	VOCACIÓN DEL SUELO
20	ESPECIES PROTEGIDAS Y/O DE INTERÉS ESPECIAL (flora)
21	CALIDAD DEL AGUA
22	CAPACITACIÓN, EDUCACIÓN Y PROGRAMAS
23	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL (flora)
24	CALIDAD DEL AIRE - Emisiones (NO _x , SO _x , CO _x)
25	PROFUNDIDAD EFECTIVA DEL SUELO
26	COBERTURA DE SUELO
27	NIVELES LUMÍNICOS

Nota: Los factores marcados en azul corresponden a los factores que recibirán impactos benéficos

- Por la magnitud del impacto Benéfico Absoluto que reciben, los Componentes Ambientales pueden ser ordenados, de mayor a menor importancia, como sigue: Desarrollo económico, Servicios e infraestructura, Capacitación, educación y programas, Vocación del suelo y Uso del territorio para actividades productivas.
- Por la magnitud del impacto Benéfico Relativo que reciben, los Componentes Ambientales pueden ser ordenados, de mayor a menor importancia, como sigue: Desarrollo económico, Servicios e infraestructura, Uso del territorio para actividades productivas, Vocación del suelo y Capacitación, educación y programas.
- Según el valor relativo de cada impacto adverso, los tres factores más impactados serán la Distribución espacial y temporal de la fauna, Calidad del aire (material particulado) y Topografía.
- Según el valor relativo de cada impacto adverso, los tres factores menos impactados serán Niveles lumínicos, Cobertura del suelo y Profundidad efectiva del suelo.

En conclusión, los impactos identificados y anticipados para las tres etapas del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW* serán de naturaleza compatible, moderada, y únicamente 2 severos, sin prever impactos adversos críticos. Además se presentarán impactos benéficos en la escala de severos, es decir el beneficio del impacto será muy importante.

En la siguiente Figura se observa un resumen de los tipos de impacto que acontecerán durante cada etapa del Proyecto:

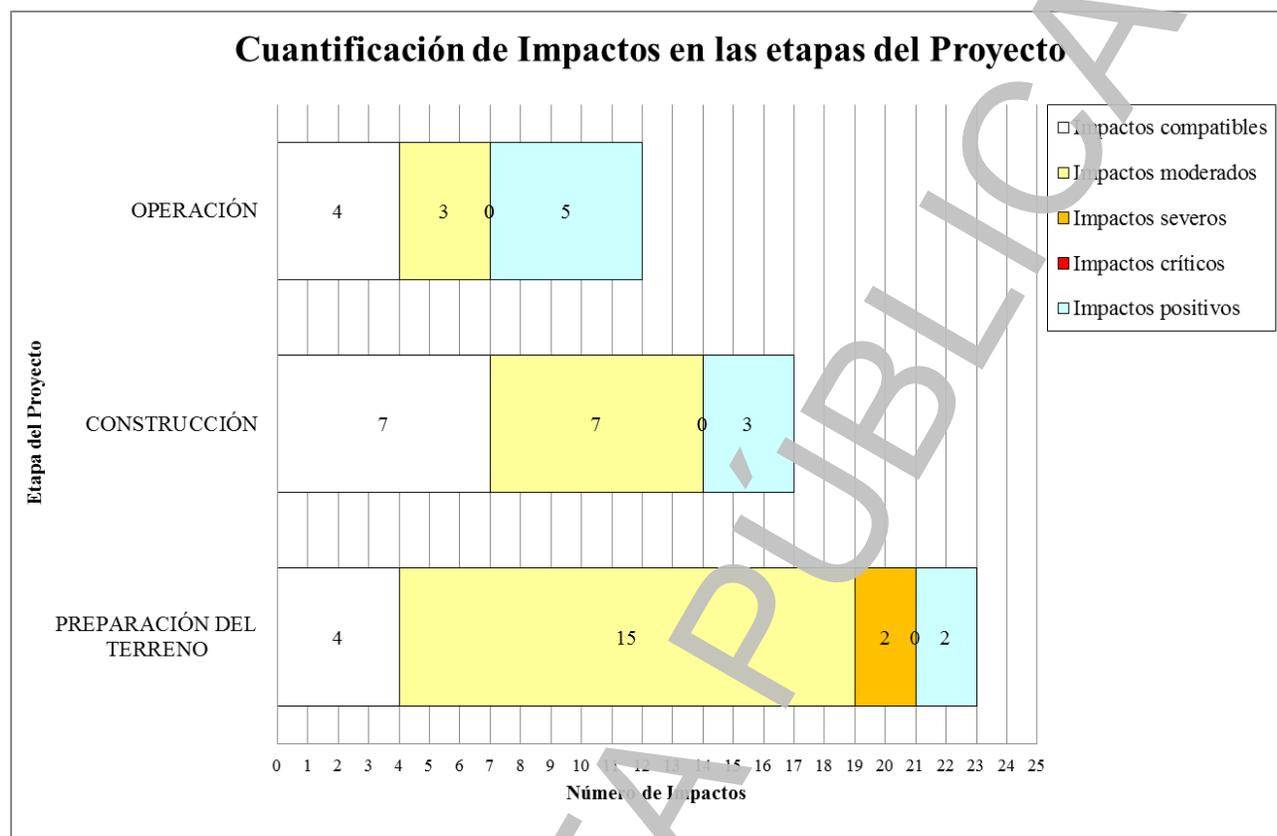


Figura 5. 5. Tipos de impacto identificados y anticipados para las tres etapas del Proyecto

V.2 Caracterización de los impactos

De acuerdo a las definiciones integradas en el Glosario de esta MIA (Sección VIII.4) y con base en el Artículo 30, Fracción IX del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, un impacto ambiental significativo o relevante es aquel que “provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales”.

Conforme al Proceso de Evaluación de los Impactos Ambientales (PEIA) desarrollado para el Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW*, ninguno de los impactos identificados provocará alteraciones que obstaculicen la existencia de ningún ser vivo, ni la continuidad de los procesos naturales. En estos términos, el Proyecto no generará impactos potenciales significativos o relevantes.

No obstante, las metodologías empleadas permitieron identificar los impactos potenciales, de importancia variable, que se presentarán sobre los componentes ambientales, a partir de la realización de las obras y actividades en cada etapa del Proyecto. Así también, la valoración y jerarquización de los impactos permitió discernir los impactos principales de los secundarios o de menor importancia, considerándose como impactos principales del Proyecto, aquellos cuyo valor de importancia relativa resultó más alto, en virtud de que convergen algunas de las siguientes condiciones: que la evaluación de sus atributos resultó en los mayores valores de importancia (impactos severos y algunos

moderados sobre el límite de la clasificación); que la influencia sobre el Factor alterado se presenta en más de una etapa del desarrollo del Proyecto (preparación, construcción y operación); y que la ponderación del Factor ambiental alterado (UIP), sea alta en el contexto del Sistema Ambiental. En esta sección se interpretan y se describen los impactos identificados como principales a partir de las matrices de importancia y de la matriz de ponderados con su jerarquización.

V.2.1 Descripción de los impactos potenciales significativos o relevantes identificados

A continuación se describen los impactos interpretados y definidos como principales, tanto adversos como positivos, que se estima generará el desarrollo del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW*, a los cuales se les ha designado un código respecto al componente ambiental sobre el cual se presentarán.

Impactos Adversos

At-01 Disminución de la calidad del aire por material particulado (PST, PM-10)

Dadas las características del viento en la zona, los impactos que se presentarán por la generación de polvos fugitivos producto de las actividades que requieren el movimiento de tierras, adquieren una mayor importancia.

El Proyecto contempla una gran cantidad de actividades que generarán polvos fugitivos. Durante la etapa de construcción se realizarán cortes y rellenos en una importante superficie, sin embargo, la obra que se prevé que genere una mayor cantidad de polvos fugitivos es el Área de aprovisionamiento de material pétreo, el cual requerirá de cortes y movimiento de material constante. Debido a esta constancia y a la magnitud de polvos que se prevé que se generen durante las diferentes etapas del Proyecto, este impacto se considera como principal.

Ge-01 Alteración a la topografía

La ejecución del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW* implica la modificación de la topografía primeramente por medio de cortes y rellenos requeridos para la preparación del terreno, y posteriormente de manera más sensible con la construcción y operación del Área de aprovisionamiento de material pétreo. Aun cuando el impacto que generará esta obra se considera puntual, es la intensidad y la permanencia de este lo que genera que se considere de importancia principal.

Fl-01 Pérdida de la cobertura vegetal

Aun cuando solo se identifican impactos al componente Flora durante la primera etapa del Proyecto (preparación del sitio), el retiro de la cobertura vegetal en 15.1970 ha de la huella del Proyecto, supondrá la destrucción total del componente en dicha superficie. Aun cuando el impacto

sobre este factor se considera muy puntual, su alto grado de intensidad lo convierte en un impacto principal.

Fa-01 Afectación a la distribución espacial y temporal de la fauna

El Sistema Ambiental ha sido transformado durante décadas por el desarrollo de diversas actividades productivas, principalmente agrícolas. Esto ha provocado que sólo existan ciertos relictos de vegetación forestal a nivel del SA, y consecuentemente que la fauna silvestre en el SA se conforme con especies que han desarrollado tolerancia al disturbio, entre ellas el grupo zoológico de las aves, que son más adaptables y tolerantes.

Como se ha venido mencionando, el Proyecto está ubicado en las inmediaciones de un relikto forestal importante, por lo que el desarrollo de las actividades de la etapa de preparación del sitio supondrá el ahuyentamiento de fauna presente en la periferia de la zona forestal. La magnitud del impacto radica en la fragilidad de esta zona forestal, puesto que la fauna ahuyentada no cuenta con otras zonas a donde huir.

Por otra parte, se prevé que la intensidad de este impacto vaya decreciendo con el paso del tiempo, pues como ya se mencionó, muchas de las especies generarán tolerancia a estos disturbios. De esta forma, el impacto sobre este factor durante la etapa de preparación del sitio se considera severo, mientras que el impacto durante las etapas de construcción y operación se considera compatible.

Fa-02 Incremento de la mortalidad de avifauna

La operación de los aerogeneradores supone un riesgo potencial para la fauna, principalmente la avifauna. Como se describió en el Capítulo IV de la presente MIA, se identificaron diferentes especies de aves migratorias en el SA, por lo que el impacto previsto sobre este componente es adquiere un importancia principal.

Impactos benéficos

Además de los impactos adversos descritos anteriormente, el desarrollo del Proyecto causará impactos positivos de importancia Moderada y Severa a diferentes componentes.

En la Tabla 5.11 se describen los impactos positivos.

Tabla 5. 11. Impactos benéficos identificados

Factor impactado	Código	Descripción del Impacto potencial
Servicios e infraestructura	In-01	El desarrollo del Proyecto <i>Parque Eólico Pinos 30 MW</i> representará un incremento en la infraestructura que servirá para la generación de energía eléctrica. El Proyecto tendrá una capacidad total de 30 MW (15 aerogeneradores de 2 MW), lo que supondrá un servicio importante en la

Factor impactado	Código	Descripción del Impacto potencial
		región.
Capacitación, educación y programas	Cu-01	El desarrollo del proyecto tendrá un impacto positivo en el componente cultural ya que durante las actividades asociadas al proyecto se impartirán capacitaciones y programas de educación de diferentes temas. En este sentido, uno de los principales temas en lo que se dará capacitación será Medio Ambiente, en donde se capacitará al personal respecto a la normatividad ambiental y las buenas practicas. Estas capacitaciones tendrán un beneficio general para el personal ya que podrán aplicar los conocimientos a lo largo de toda su vida.
Desarrollo económico	Me-01	<p>Por una parte, la ejecución de las diferentes etapas del Proyecto supondrá la generación de nuevos empleos. En el caso específico de las etapas de preparación del sitio y construcción, se prevé que los empleos generados puedan ser permanentes o temporales, mientras que durante la etapa de operación sea permanente.</p> <p>Por otra parte, la generación de energía eólica supondrá un incremento importante en la derrama económica del consumo de servicios, impulsando la economía en una escala regional.</p>
Uso del territorio para actividades productivas	Me-02	Actualmente, la superficie donde se pretende desarrollar el Proyecto corresponde a usos de suelo agrícola y forestal. En este sentido, la operación del <i>Parque Eólico Pinos 30 MW</i> , supondrá el uso de territorio para actividades productivas (generación de energía),
Vocación del suelo	Me-03	Aun y cuando la etapa de preparación supondrá un impacto adverso sobre este factor al remover la vegetación y eliminar su potencial agrícola, una vez comience la operación del Proyecto, el suelo adquirirá una vocación compatible para el desarrollo de las actividades de producción de energía.

V.2.2 Impactos identificados por etapa del proyecto

Considerando que los impactos ambientales identificados en la sección anterior serán potencialmente causados en diferentes momentos del desarrollo del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW*, se elaboró la *Tabla 5. 11* en donde se muestran los impactos principales y secundarios identificados para cada componente ambiental, por etapa del proyecto. Para el caso de los impactos principales, se emplea en la *Tabla 5. 11* su código de impacto.

Tabla 5. 12. Impactos potenciales Principales en cada Componente Ambiental por etapa del proyecto

COMPONENTE	FACTORES IMPACTADOS	Etapas		
		P r e p a r a c i o n	C o n s t r u c i o n	O p e r a c i o n
ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE - Material particulado (PST, PM-10)	At-01	Compatible	ND
	CALIDAD DEL AIRE - Emisiones (NOx, SOx, COx)	Moderado	Compatible	ND
	NIVELES SONOROS	Moderado	Moderado	Moderado
	NIVELES LUMÍNICOS	ND	ND	Compatible
	MICROCLIMA	Moderado	Moderado	Compatible
GEOMORFOLOGÍA	TOPOGRAFÍA	Ge-01	Moderado	ND
HIDROLOGÍA SUPERFICIAL	ESCURRIMIENTO	Compatible	Compatible	ND
	CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL	Compatible	Compatible	ND
	INFILTRACIÓN	Compatible	Compatible	ND
SUELO	PROFUNDIDAD EFECTIVA	Moderado	ND	ND
	POTENCIAL DE EROSIÓN	Moderado	Moderado	ND
	COBERTURA	Moderado	ND	ND
FLORA	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL	Moderado	ND	ND
	COBERTURA VEGETAL	Fl-01	ND	ND
	ESPECIES PROTEGIDAS Y DE INTERÉS ESPECIAL	Moderado	ND	ND
FAUNA	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL	Fa-01	Compatible	Compatible
	HÁBITAT	Moderado	ND	ND
	ESPECIES PROTEGIDAS	Moderado	Compatible	Compatible
	ABUNDANCIA DE AVIFAUNA	ND	ND	Fa-02
PAISAJE	CUALIDADES ESTÉTICAS	Compatible	Moderado	ND
	CONTINUIDAD PAISAJÍSTICA Y VISIBILIDAD	Moderado	Moderado	ND
INFRAESTRUCTURA	SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA	ND	Benéfico	Benéfico
	GENERACIÓN DE RESIDUOS	Moderado	Moderado	Moderado
CULTURAL	CAPACITACIÓN, EDUCACIÓN Y PROGRAMAS	Benéfico	Benéfico	Benéfico
MEDIO ECONÓMICO	DESARROLLO ECONÓMICO	Benéfico	Benéfico	Benéfico
	USO DEL TERRITORIO PARA ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	ND	ND	Benéfico
	VOCACIÓN DEL SUELO	Moderado	ND	Benéfico

V.3 Impactos Acumulativos

El desarrollo del proyecto Planta *Parque Eólico Pinos 30 MW* conlleva una serie de impactos de importancia y grado de acumulación variable de acuerdo a la obra, el espacio y el tiempo. Los impactos acumulativos son aquellos que pueden ser acentuados o sumados a los impactos a determinado Factor Ambiental, ya sean entre las obras pretendidas, obras y actividades existentes e incluso, por la dinámica natural y de uso de suelo del terreno y región.

Los impactos acumulativos adversos corresponderán a:

- Pérdida de la cobertura vegetal

A lo largo de los años, el crecimiento de las superficies agrícolas en la zona ha generado la pérdida de la cobertura vegetal dentro del SA, por lo que el retiro de la cubierta en las 15.1970 ha del Proyecto que se encuentran sobre terrenos forestales supondrá un impacto acumulativo al existente.

- Alteración en la distribución espacial y temporal de la fauna

El constante incremento de actividades agrícolas en la zona ha generado ahuyentamiento de fauna de manera involuntaria, por lo que el desarrollo del presente Proyecto colaborara generando un aumento en dicho impacto. Tomando en cuenta la ubicación del Proyecto, el impacto será severo durante las primeras etapas del Proyecto, e ira disminuyendo de forma gradual

- Alteración a la Calidad y Continuidad paisajística

La modificación sobre la topografía y la integración de nuevos elementos visuales (Aerogeneradores, patios, subestación, etc.) generarán impactos extensos sobre el Factor Continuidad y Calidad paisajística. Estos impactos se acumularán a los generados actualmente por el alto crecimiento agrícola en la cuenca visual. Es importante mencionar que en el exclusivo caso de los aerogeneradores, su integración al paisaje, actualmente degradado por actividades agrícolas, puede percibirse como benéfica en algunos casos puesto que la generación de energías renovables puede ser perceptualmente de mayor calidad.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El presente capítulo se caracteriza por ser un instrumento de gestión ambiental que será llevado a cabo por la empresa Aldesa Energías Renovables de México, S.A de C.V. durante el desarrollo de las actividades del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW*. Con la finalidad de planificar, definir y facilitar la aplicación de medidas ambientales destinadas a prevenir, mitigar y/o compensar los efectos previsibles producto de la ejecución del proyecto.

Así pues, se hace necesario definir las medidas que se agruparán en función de su naturaleza con respecto a las etapas del proyecto de acuerdo a la siguiente tipología:

- Medidas preventivas, las cuales van encaminadas a evitar en la medida de lo posible o minimizar los daños ocasionados por el proyecto, antes de que se lleguen a producir tales deterioros sobre el medio circundante.
- Medidas mitigadoras o correctoras, son aquellas que se definen para reparar o reducir los daños que son inevitables que se generen por las acciones del proyecto, de manera que sea posible concretar las actuaciones que son necesarias llevar a cabo sobre las causas que las han originado.
- Medidas compensatorias tienen por objeto producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente al efecto adverso identificado.

A continuación se describen algunas de las medidas generales que la empresa Aldesa Energías Renovables de México, S.A de C.V. adoptará para la ejecución de las actividades del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 Mw*.

Medidas generales

Se deberán seguir todos los procedimientos de seguridad específicos para la realización del proyecto establecidos por Aldesa Energías Renovables de México, S.A de C.V.

Se suministrará equipo de protección personal (EPP) para todo personal que labore en el proyecto.

Se impartirán cursos de capacitación en cada una de las etapas del proyecto. Dichos cursos estarán dirigidos a todo el personal del proyecto y serán de carácter obligatorio.

Deberá existir una Supervisión Ambiental encargada de la vigilancia y el cumplimiento de todas las medidas generales, de prevención, mitigación y compensación.

VI.1 Descripción de las medidas de prevención, mitigación o compensación para los impactos relevantes identificados

Con base en los 4 impactos principales que ocasionará el Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW* identificados y evaluados mediante la metodología descrita en el Capítulo V de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se ejecutarán medidas de prevención, mitigación y compensación para los 4 componentes ambientales principales (Atmósfera, Geomorfología, Flora y Fauna) en cada una de las etapas del proyecto (Preparación del terreno, Construcción y Operación); mismas que se muestran en las siguientes tablas y se describen posterior a ellas.

Es importante mencionar que las especificaciones para la implementación de cada una de las medidas, así como las bitácoras correspondientes para su seguimiento, se presentarán en un Programa de Vigilancia Ambiental que será ingresado ante la autoridad de manera independiente a la presente MIA.

VI.2.1 Atmósfera

A continuación se presentan, en formato de tabla, las medidas a implementar para el componente Atmósfera.

Tabla 6.1. Medidas para componente Atmósfera

Línea estratégica		1. Prevención y mitigación para la protección del factor ambiental: Atmósfera			
ID	Impacto ¹	Descripción de la medida	Etapas ³	Recursos necesarios ⁴	Grado de cumplimiento ⁵
Md-1	AT-01	Humedecimiento de superficies de rodado (accesos, áreas de maniobra, área de aprovisionamiento de material pétreo)	Preparación y construcción,	Camión pipa	# de riegos efectuados por semana
Md-2	AT-01	Control de velocidad caminos de acceso a 20 km/h	Preparación, construcción y operación	Instalación de señalización	# de señales instaladas

1= Impacto al que va dirigida la acción 2=Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación
3=Etapa del proyecto en el que se realizará 4= Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.
5= Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia

Descripción de las medidas a aplicar en la línea estratégica

Humedecimiento de los accesos y áreas de rodamiento (accesos, áreas de maniobras)

A fin de minimizar la generación y dispersión de polvo, producto del tránsito de maquinaria y vehículos de trabajo en las diferentes áreas del Proyecto durante la construcción del mismo, se humedecerán periódicamente los accesos y áreas de rodamiento del Proyecto. Durante la temporada de estiaje se deberán humedecer estas áreas al menos 5 veces al día como mínimo, mientras que en la

temporada de lluvias se podrá evitar el humedecimiento siempre y cuando el terreno se encuentre húmedo.

El humedecimiento de todas las áreas de rodamiento se deberá de realizar con aguas superficiales y nunca con aguas negras o algún otro fluido que pudiera presentar características peligrosas, pudiendo poner en riesgo la integridad del suelo y por consiguiente del medio ambiente.

Control de Velocidad de Vehículos

Se deberá mantener un control de la velocidad de los vehículos que transitan dentro del Proyecto, y de esta forma reducir la generación de polvos. Para la aplicación de esta medida se deberá colocar un letrero de señalización a la entrada del Proyecto y 5 m más a lo largo y ancho del Proyecto en los cuales se limitará la velocidad a 20 km/hr. Cada letrero deberá medir 60X60cm.

VI.2.2 Geomorfología

A continuación se presentan, en formato de tabla, las medidas a implementar para el componente Geomorfología

Tabla 6.2. Medidas para componente Geomorfología.

Línea estratégica		1. Prevención y compensación para la protección del factor ambiental: Geomorfología			
ID	Impacto ¹	Descripción de la medida ²	Etapas ³	Recursos necesarios ⁴	Grado de cumplimiento ⁵
Md-3	Geo-01	Delimitación de áreas autorizadas	Preparación	Estacado, cintas flying, etc	cantidad de cintas, mojoneras o estacas instaladas

*1= Impacto al que va dirigida la acción 2= Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación
3= Etapa del proyecto en el que se realizará 4= Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.
5= Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia*

Descripción de la medida a aplicar en la línea estratégica

Delimitación de áreas autorizadas

La forma correcta de cumplimiento de la medida en primer momento es acotar el sitio donde se realizarán las actividades del proyecto y que se encuentran previamente autorizadas en materia de cambio de uso de suelo e impacto ambiental. Previo al inicio de las actividades de desmonte se delimitará con ayuda de estacado o flagging el área donde se realizarán los desmontes, permitiendo así la protección de las áreas contiguas.

VI.2.3 Flora

A continuación se presentan, en formato de tabla, las medidas a implementar para el componente Flora

Tabla 6.3. Medidas para componente Flora

Línea estratégica		1. Prevención y compensación para la protección del factor ambiental: Flora			
ID	Impacto ¹	Descripción de la medida ²	Etapas ³	Recursos necesarios ⁴	Grado de cumplimiento ⁵
Md-4	FI-01	Rescate y reubicación de flora	Preparación	Equipo para la extracción de los individuos Personal técnico calificado	# de plantas rescatadas y reubicadas
Md-5	FI-01	Reforestación	Preparación, construcción y operación	Plantas, equipo, personal para mano de obra	# de individuos plantados y superficie de reforestación

*1= Impacto al que va dirigida la acción 2=Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación
3=Etapa del proyecto en el que se realizará 4= Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.
5= Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia*

Descripción de las medidas a aplicar en la línea estratégica

Rescate y reubicación de flora

Antes de comenzar las actividades de desmonte, es necesario realizar la identificación de especies susceptibles a ser rescatadas y reubicadas, teniendo énfasis en aquellas que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Esta identificación también tendrá énfasis sobre especies de difícil regeneración y lento crecimiento (cactáceas, entre otras).

Reforestación

Una vez llevado a cabo el desmonte de las áreas autorizadas para Cambio de Uso del Suelo, será necesario iniciar con las tareas de reforestación. La reforestación se llevará a cabo con especies de flora nativas de la región, ello con la intención de acrecentar el valor natural de la zona y mantener una riqueza y diversidad acorde al lugar.

VI.2.4 Fauna

A continuación se presentan, en formato de tabla, las medidas a implementar para el componente Fauna.

Tabla 6.4. Medidas para componente Fauna.

Línea estratégica		1. Prevención y compensación para la protección del factor ambiental: Fauna			
ID	Impacto ¹	Descripción de la medida ²	Etapas ³	Recursos necesarios ⁴	Grado de cumplimiento ⁵
Md-6	Fa-01	Ahuyentamiento de fauna	Preparación	Equipo especializado para manejo de fauna Personal técnico calificado	Registro de incidencias
Md-7	Fa-01	Rescate y reubicación de especies de fauna	Preparación	Equipo especializado para manejo de fauna Personal técnico calificado	# especies liberadas
Md-8	Fa-02	Monitoreo de aves y quirópteros en el área del Proyecto	Operación	Equipo para captura y observación de aves y murciélagos Personal calificado	Registro de actividades de monitoreo
Md-9	Fa-02	Incrementar la visibilidad de las hélices y las turbinas de los aerogeneradores pintando las con pintura distintiva de colores contrastantes	Construcción	Pintura de color contrastante	# de aerogeneradores con las aspas pintadas
Md-10	Fa-02	instalar un flash de luz intermitente en cada	Construcción	Flash de luz intermitente	#de flashes colocados
Md-11	Fa-02	instalar desviadores de vuelo en todo el tendido eléctrico del Proyecto	Construcción	Bollas o implementos desviadores	#de desviadores colocados
Md-12	Fa-02	Instalar perchas adicionales en las estructuras de soporte de la línea eléctrica del Proyecto que estén alejadas de los aerogeneradores	Construcción	Perchas de madera de 3x3m	#de perchas colocadas

1= Impacto al que va dirigida la acción 2=Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación
3=Etapa del proyecto en el que se realizará 4= Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.
5= Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia

Descripción de las medidas a aplicar en la línea estratégica

Ahuyentamiento de fauna

El ahuyentamiento se debe realizar por lo media hora antes de iniciar las actividades de CUS. La técnica más efectiva es en realidad muy sencilla, consta de desplazarse en una formación de 3 a 5 personas con una separación de 20 metros entre cada una, el objetivo es avanzar al mismo tiempo hacia zonas resguardadas, como cañadas y sitios con mayor cobertura vegetal, siempre procurando hacer ruido y sacudir la vegetación para inducir el alejamiento de los animales.

Rescate y reubicación de fauna

Durante todo el tiempo en que se desarrollen actividades de desmonte y despalme, deberá haber por lo menos 3 personas encargadas del rescate de individuos de fauna, dando prioridad a aquellos individuos de especies que se encuentren enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y a aquellas consideradas de baja movilidad. Los individuos de fauna capturados para su reubicación, deberán de mantenerse en sitios adecuados, sombreados y con agua un lapso de tiempo no mayor a 24 horas para su reubicación.

Monitoreo de aves y quirópteros en el área del Proyecto

Por la naturaleza del proyecto y de los grupos faunísticos con mayor vulnerabilidad a ser afectados, es necesario aplicar el principio precautorio, y determinar que deberá valorarse el impacto sobre las aves (migratorias y residentes) así como de los murciélagos de la zona en donde se realizará el proyecto, por lo cual se propone la aplicación de un Programa de monitores de aves y quirópteros que al menos deba ser ejecutado durante un lapso de tres años ya iniciada la operación del *Parque Eólico Pinos 30MW*.

Incrementar la visibilidad de las hélices y las turbinas de los aerogeneradores pintándolas con pintura distintiva de colores contrastantes

Esta medida consiste en pintar las aspas de los aerogeneradores con colores contrastantes y con diferentes patrones, esto con la finalidad de aumentar su visibilidad y así evitar que las aves colisionen durante el día.

Instalar un flash de luz intermitente en aerogenerador

Como medida de prevención y mitigación, se deberán instalar luces de advertencia aeronáutica en aerogeneradores seleccionados, sin embargo para que estas funcionen como luces de alerta a la fauna y no como atrayentes, se deberán utilizar flashes de luz intermitente, en lugar de luz continua.

Instalar desviadores de vuelo en todo el tendido eléctrico del Proyecto

Como medida de prevención y mitigación, se deberán instalar dispositivos de vuelo estructuras de soporte del tendido eléctrico alejadas de los aerogeneradores, estas tendrán la función de evitar colisiones y la muerte por electrocución de aves de tamaño considerable como son aves rapaces y cuervos.

Instalar perchas adicionales en las estructuras de soporte de la línea eléctrica del Proyecto que estén alejadas de los aerogeneradores

Se instalarán perchas alternativas de madera para dirigir a las aves a sitios con mayor seguridad, alejadas de las estructuras electrificadas, estas perchas provisionales serán a manera de T y serán colocadas en las estructuras de remate (RMD), las cuales por sus dimensiones resultan las más apropiadas para soportar las perchas.

VI.2 Medidas de prevención, mitigación o compensación para los impactos Secundarios identificados, por componente ambiental

Para los impactos secundarios identificados, se aplicarán las siguientes medidas, agrupadas por componente ambiental, con las cuales se pretende atenuar sus efectos. Éstas medidas podrán ser integradas dentro de los reglamentos, procedimientos y/o programas que la empresa Aldesa Energías Renovables de México, S.A de C.V. ,elabore para la ejecución adecuada, eficiente y segura de las actividades del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW* en cualquiera de sus etapas, de igual manera a través de un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) que se entregará de manera independiente a la presente MIA, se describirá a detalle cada una de las medidas plateadas, la etapa en que será ejecutada, así como el seguimiento de su ejecución con fines de llevar a cabo la supervisión y cumplimiento de todas las medidas propuestas tanto para los impactos principales como los secundarios.

En la siguiente Tabla se observa el impacto, el Componente Ambiental que se vería afectado por alguna obra o actividad del Proyecto, la medida propuesta para prevenir, mitigar o compensar el impacto, la clave de la medida, y el tipo de medida, ya sea preventiva (Pv), de mitigación (Mi) o compensación (Co).

Tabla 6.5. Medidas adicionales para la prevención, mitigación y compensación de los impactos que pudieran suscitarse por el desarrollo del Proyecto

Componente ambiental afectado	Medida que deberá ejecutarse	ID	Tipo de medida		
			Pv	Mi	Co
Atmósfera	Mantenimiento de equipos y maquinaria	Md-13	X	X	
	Prohibición de fuegos o quemas	Md-14	X		
	Implementación de sanitarios portátiles	Md-15	X		
	Gestión integral de los residuos	Md-16	X		
	Desmante por medios mecánicos	Md-17	X		
	Realizar un taller de educación y concientización ambiental	Md-18	X		
Hidrología	Mantenimiento de equipos y maquinaria	Md-13	X	X	
	Uso de letrinas	Md-19	X		
	Gestión integral de los residuos	Md-16	X		

Componente ambiental afectado	Medida que deberá ejecutarse	ID	Tipo de medida		
			Pv	Mi	Co
	Limitar la remoción de la vegetación y del suelo al área autorizada	Md-20	X		
	Recuperación de suelo orgánico	Md-21	X		
	La recarga de combustible deberá ser en áreas autorizadas	Md-22	X		
	Acordonamiento del material vegetal muerto alrededor de las áreas de CUS	Md-23			X
	Realizar un taller de educación y concientización ambiental	Md-18	X		
Suelo	Mantenimiento de equipos y maquinaria	Md-13	X	X	
	Uso de letrinas	Md-19	X		
	Gestión integral de los residuos	Md-16	X		
	Delimitación de áreas autorizadas	Md-02	X		
	Limitar la remoción de la vegetación y del suelo al área autorizada	Md-24	X		
	Recuperación de suelo orgánico	Md-25	X		
	Restricción de tránsito en áreas no autorizadas	Md-26	X		
	La recarga de combustible deberá ser en áreas autorizadas	Md-22	X		
	Acordonamiento del material vegetal muerto alrededor de las áreas de CUS	Md-23			X
	Desmante por medios mecánicos	Md-17	X		
Realizar un taller de educación y concientización ambiental	Md-18	X			
Flora	Prohibición de fuegos o quemas	Md-14	X		
	Gestión integral de los residuos	Md-16	X		
	Delimitación de áreas autorizadas	Md-02	X		
	Limitar la remoción de la vegetación y del suelo al área autorizada	Md-23	X		
	Restricción de tránsito en áreas no autorizadas	Md-26	X		
	Desmante por medios mecánicos	Md-17	X		
	Prohibición de extracción de ejemplares de flora y fauna y prohibición de introducción de cualquier especie animal o vegetal, incluidas las especies domésticas	Md-27	X		
Realizar un taller de educación y concientización ambiental	Md-18	X			
Fauna	Mantenimiento de equipos y maquinaria	Md-13	X	X	
	Prohibición de fuegos o quemas	Md-14	X		
	Gestión integral de los residuos	Md-16	X		
	Delimitación de áreas autorizadas	Md-02	X		
	Limitar la remoción de la vegetación y del suelo al área autorizada	Md-23	X		
	Restricciones de tránsito en áreas no autorizadas	Md-26	X		
	Acordonamiento del material vegetal muerto alrededor de las áreas de CUS	Md-23			X
	Desmante por medios mecánicos	Md-17	X		
Prohibición de extracción de ejemplares de flora y fauna y	Md-27	X			

Componente ambiental afectado	Medida que deberá ejecutarse	ID	Tipo de medida		
			Pv	Mi	Co
	prohibición de introducción de cualquier especie animal o vegetal, incluidas las especies domesticas				
	Realizar un taller de educación y concientización ambiental	Md-18	X		
	Prohibición de caza de animales silvestres	Md-28	X		
Medio económico	Realizar un taller de educación y concientización ambiental	Md-18	X		
	Fomentar la generación de empleos para las localidades cercanas	Md-29	X		

VI.3 Supervisión Ambiental

En general, el impacto causado por el desarrollo del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW*, deberá ser integrable, asimilable y/o compatible con el entorno actual. Con grados de afectación bajos a moderados sin representar un impacto residual que implique colocar en riesgo al ecosistema local o regional.

Para el efecto de control, prevención y mitigación de posibles impactos ambientales, la acción de mayor importancia por parte de la promotora, será el estricto control ambiental, vigilancia y seguimiento de las medidas establecidas, durante toda la vida útil del Proyecto. Estas acciones se realizarán a través de diferentes instrumentos que aseguren el cumplimiento de la normatividad ambiental, y a su vez la integración del Proyecto a los procesos de supervisión y auditoria, además de la correcta aplicación de las medidas y asignación de responsabilidades al personal que deberá vigilar los aspectos ambientales durante el desarrollo del Proyecto (supervisores ambientales); quienes a su vez harán uso de herramientas como listas de verificación (*check list*) para el desarrollo de sus funciones.

Como ya se ha mencionado con antelación, se presentará ante la autoridad de manera independiente a esta Manifestación de Impacto Ambiental, un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) que abarcará las actividades de supervisión de la obra, la implementación de las medidas de prevención, mitigación o compensación propuestas, las descripciones detalladas de cada medida propuesta, la forma de ejecución, así como la forma en la que se le deberá de dar seguimiento mediante distintos formatos de registro. A continuación se presenta la tabla de contenido que dicho programa contemplará:

Tabla de contenido del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)

OBJETIVOS DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Objetivos generales

Objetivos particulares

METAS Y ALCANCES DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

RESPONSABLES DE LA EJECUCIÓN DEL PVA

Responsabilidad del organismo promotor en la ejecución del PVA

Responsabilidad de las empresas contratistas en la ejecución del PVA

VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL

INDICADORES DE ÉXITO

PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Bitácoras de seguimiento

MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN QUE SERÁN ADOPTADAS PARA NO COMPROMETER LA BIODIVERSIDAD, NO PROVOCAR LA EROSIÓN DE LOS SUELOS, EL DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA O LA DISMINUCIÓN EN SU CAPTACIÓN DENTRO DEL SISTEMA AMBIENTAL DELIMITADO EXCLUSIVAMENTE PARA ESTE PROYECTO

Identificación de las medidas que serán adoptadas para no comprometer la biodiversidad, no provocar la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación

Descripción de las medidas que serán adoptadas para no comprometer la biodiversidad, no provocar la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación

- Construcción de terrazas de formación sucesiva
- Construcción de barreras de piedra acomodada
- Rescate y reubicación de flora
- Reforestación
- Ahuyentamiento de fauna
- Rescate y reubicación de fauna
- Monitoreo de aves y quirópteros en el área del Proyecto
- Incrementar la visibilidad de las hélices y las turbinas de los aerogeneradores pintándolas con pintura distintiva de colores contrastantes
- instalar un flash de luz intermitente en cada aerogenerador
- instalar desviadores de vuelo en todo el tendido eléctrico del Proyecto
- Instalar perchas adicionales en las estructuras de soporte de la línea eléctrica del Proyecto que estén alejadas de los aerogeneradores
- **MEDIDAS ADICIONALES PARA LA PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN ACONTECER POR EL DESARROLLO DEL PROYECTO EN SUS TRES ETAPAS**

Identificación de las medidas adicionales para la prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales que pudieran acontecer por el desarrollo del proyecto en sus tres etapas

Descripción de las medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos que pudieran acontecer por el desarrollo del proyecto en sus tres etapas

- Humedecimiento de los accesos y áreas de rodamiento
- Control de velocidad de vehículos
- Mantenimiento de equipos y maquinaria
- Prohibición de fuego y quemas
- Implementación de sanitarios portátiles
- Gestión integral de los residuos
- Delimitación de áreas autorizadas
- Limitar la remoción de la vegetación y del suelo al área autorizada
- Recuperación de suelo orgánico

- Restricción de tránsito en área no autorizadas
- La recarga de combustible deberá ser en áreas autorizadas
- Acordonamiento del material vegetal muerto alrededor de las áreas de CUS
- Desmante por medios mecánicos
- Prohibición de extracción de ejemplares de flora y fauna y prohibición de introducción de cualquier especie animal o vegetal, incluidas las especies domésticas
- Realizar un taller de educación y concientización ambiental)
- Prohibición de caza de animales silvestres
- Fomentar la generación de empleos para las localidades cercanas
- Restitución de las áreas que no serán requeridas en la etapa de operación

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA APLICACIÓN DEL PVA

CONCLUSIONES

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

En este punto se describe el pronóstico ambiental para la zona, tomando en cuenta la situación actual del Sistema Ambiental (SA), los impactos positivos y adversos del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW*, la aplicación de las medidas de prevención y mitigación, así como los impactos residuales del Proyecto.

VII.1 Pronóstico del escenario

La metodología que se ha empleado para pronosticar los posibles escenarios ambientales, conjuga información cualitativa, cuantitativa, descriptiva y geográfica de los siguientes aspectos:

- Del Diagnóstico Ambiental Integrado (DA-I), presentado en el Capítulo IV de este documento, el cual ilustra el escenario actual; siendo analizado particularmente dentro de los límites del Área de Influencia (AI), por ser dentro de esta área donde se resentirán y se amortiguarán los efectos adversos ocasionados por el Proyecto.
- De la problemática ambiental y los procesos de degradación identificados en la Sección IV.2.5 para el AI, los cuales evolucionan hacia el escenario sin proyecto (E0)
- De la evaluación de los impactos positivos y adversos que podría ocasionar el Proyecto, los cuales fueron identificados y evaluados en las matrices de importancia de impactos (Capítulo V y Anexos 5.1, 5.2 y 5.3 de esta MIA-P, a partir de lo cual se generó el escenario de impactos (escenario con Proyecto y sin medidas = E1)
- La aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en el Capítulo VI, así como los impactos residuales del Proyecto, que dan lugar al escenario de medidas o E2 (escenario con Proyecto y con medidas)

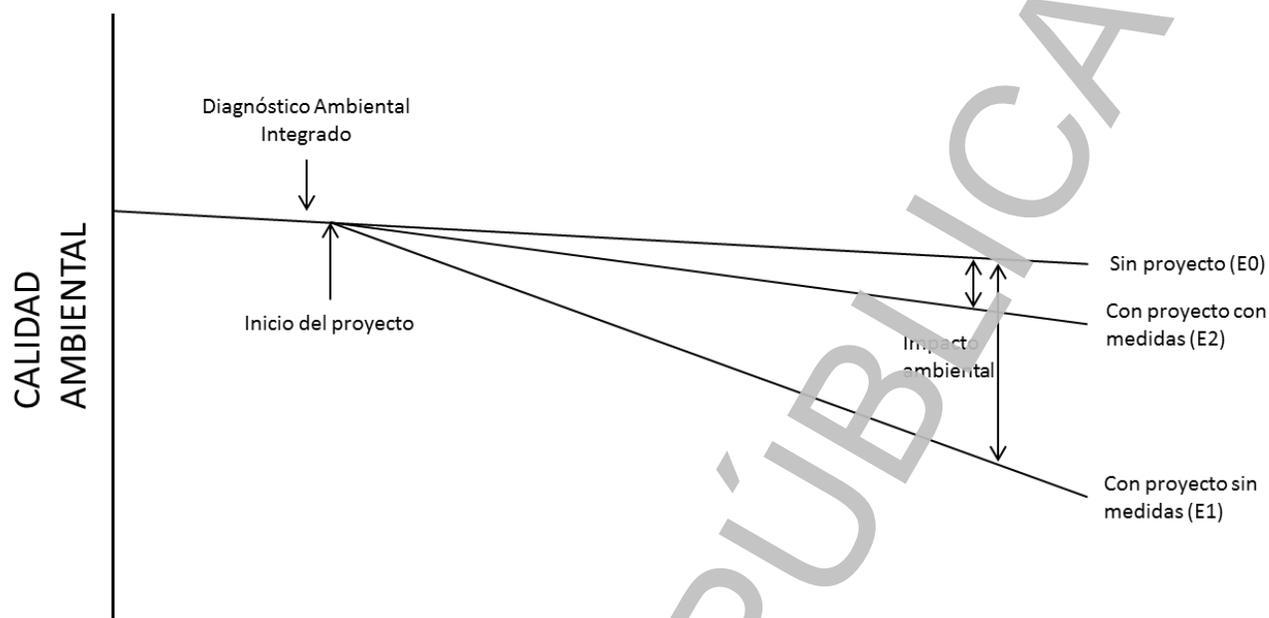


Figura 7.1. Esquema general de pronósticos

Es importante recordar que el objetivo del DA-I es mostrar cartográficamente el rango de calidad que guardan los componentes ambientales actualmente dentro del Sistema Ambiental, y por ende dentro del Área de Influencia del Proyecto, plasmando de forma gráfica las áreas con mayor afectación y las que se conservan mejor. Ello se logró mediante la jerarquización de la importancia de los recursos bióticos y abióticos a través de criterios aplicados a la información geográfica de los componentes (para más detalles ver la Sección IV.2.5 del Capítulo IV).

Retomando este objetivo, y teniendo como base el Diagnóstico Ambiental, el equipo multidisciplinario que ha sido participante del desarrollo de esta manifestación y de los estudios que la integran y la sustentan, determinó las posibles modificaciones a los valores de importancia actuales de los componentes ambientales integrados, en una escala porcentual; primero suponiendo un escenario donde no se desarrollara el Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW*; luego, estimando la disminución porcentual de la calidad de los componentes a consecuencia del desarrollo de las actividades del Proyecto, conforme a la evaluación completa de sus impactos (desarrollada en el Capítulo V). Con esto es posible hacer una proyección del escenario actual modificado por la ejecución de las obras, sin la minimización de los efectos negativos con la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas.

Posteriormente, a fin de hacer un análisis comparativo, y de verificar en lo posible se determinó otro conjunto de valores correspondiente a la disminución porcentual de la calidad de los componentes ambientales integrados derivada de la ejecución del Proyecto, pero esta vez considerando la aplicación de las medidas del Capítulo VI. Este escenario además de mostrar el detrimento acumulativo en la calidad actual del SA, pero atenuado con la aplicación de las medidas propuestas, muestra también una estimación de la distribución que tendrán los impactos residuales, que son aquellos que permanecerán en el ambiente aun después de aplicar las medidas de mitigación y compensación. Por lo anterior, el segundo escenario se ha denominado Escenario de Medidas o E2.

La referencia que se toma para la asignación de los valores porcentuales de disminución en la calidad de los componentes ambientales en los escenarios E1 y E2, viene de la identificación de los impactos principales, así como desde las matrices de importancia de impactos; para ello se consideraron los valores de importancia absoluta determinados por componente ambiental, con especial atención en su residualidad; así mismo, se han determinado hasta tres áreas de afectación dependiendo de la extensión de los impactos con la que fueron evaluados en las matrices de impactos, suponiendo una disminución del efecto adverso conforme se aleja del sitio de origen; siendo así el área de afectación más intensa la Huella del Proyecto.

La metodología para plasmar gráficamente los valores porcentuales de disminución en la calidad de los componentes ambientales en la cartografía, consiste nuevamente en la aplicación de álgebra de mapas, utilizando las herramientas de la plataforma donde se construyó el Sistema de Información Geográfica (Capítulo VIII); para ello, a los valores del modelo del Diagnóstico Ambiental Integrado se les resta el valor total de disminución porcentual para cada área de afectación, repitiendo el procedimiento para cada escenario.

VII.1.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto (E0)

El escenario sin proyecto (E0), mantendría como base una condición similar a la situación actual del Sistema Ambiental, con las alteraciones e impactos previamente identificados y definidos como parte del Diagnóstico Ambiental Integrado, y de la descripción de la Problemática Ambiental detectada en el Área de Influencia del Proyecto, pero con un decremento general de la calidad ambiental asociado al crecimiento demográfico en la zona, y por el incremento de las actividades productivas en la zona, principalmente agropecuarias, lo que se traduce en mayor presión sobre los componentes ambientales.

Se estima que en el periodo considerado de 25 años, se presentaría una degradación en materia de vegetación, derivadas del permanente proceso de modificación del uso de suelo en el área, principalmente modificándolo a suelos agrícolas. Estas modificaciones supondrían una degradación indirecta de otros componentes como lo es el Paisaje y la Fauna, la cual contará con menos sitios potenciales para el desarrollo de hábitats. Además, se espera una disminución menor sobre otros componentes como Atmósfera, Suelo o Hidrología, derivados principalmente por los mismos efectos ocasionados por la expansión de suelos agrícolas. Por ello es que se esperaría una disminución generalizada de la calidad ambiental, sin poder precisar áreas bajo presión por alguna actividad en particular, es decir, que no se identificaron áreas con mayor potencial de afectación conforme a su estado actual.

En la Tabla 7.1 se muestran en verde los valores de calidad modificados para el escenario E0 del Medio Físico en el SA (Figura 7.2.), mientras que en azul se muestran los valores de calidad modificados para el escenario E0 del Medio Socioeconómico; ambos escenarios sin proyecto).

Tabla 7.1. Pronóstico de la calidad ambiental en el Sistema Ambiental considerando que no se ejecute el Proyecto (escenario E0)

Componente	Valor de disminución en la escala de cada componente (%)	Peso Ponderado en el SA del componente	Valor en la escala del DA-I (%)
Atmósfera	10%	14	1.4
Suelo	5%	11	0.5
Hidrología	10%	13	1.3
Vegetación	20%	16.5	3.3
Fauna	20%	18.5	3.7
Paisaje y geoformas	20%	11	2.2
Total			12.4%
Socioeconomía y Cul.	-25%	16	-4.0

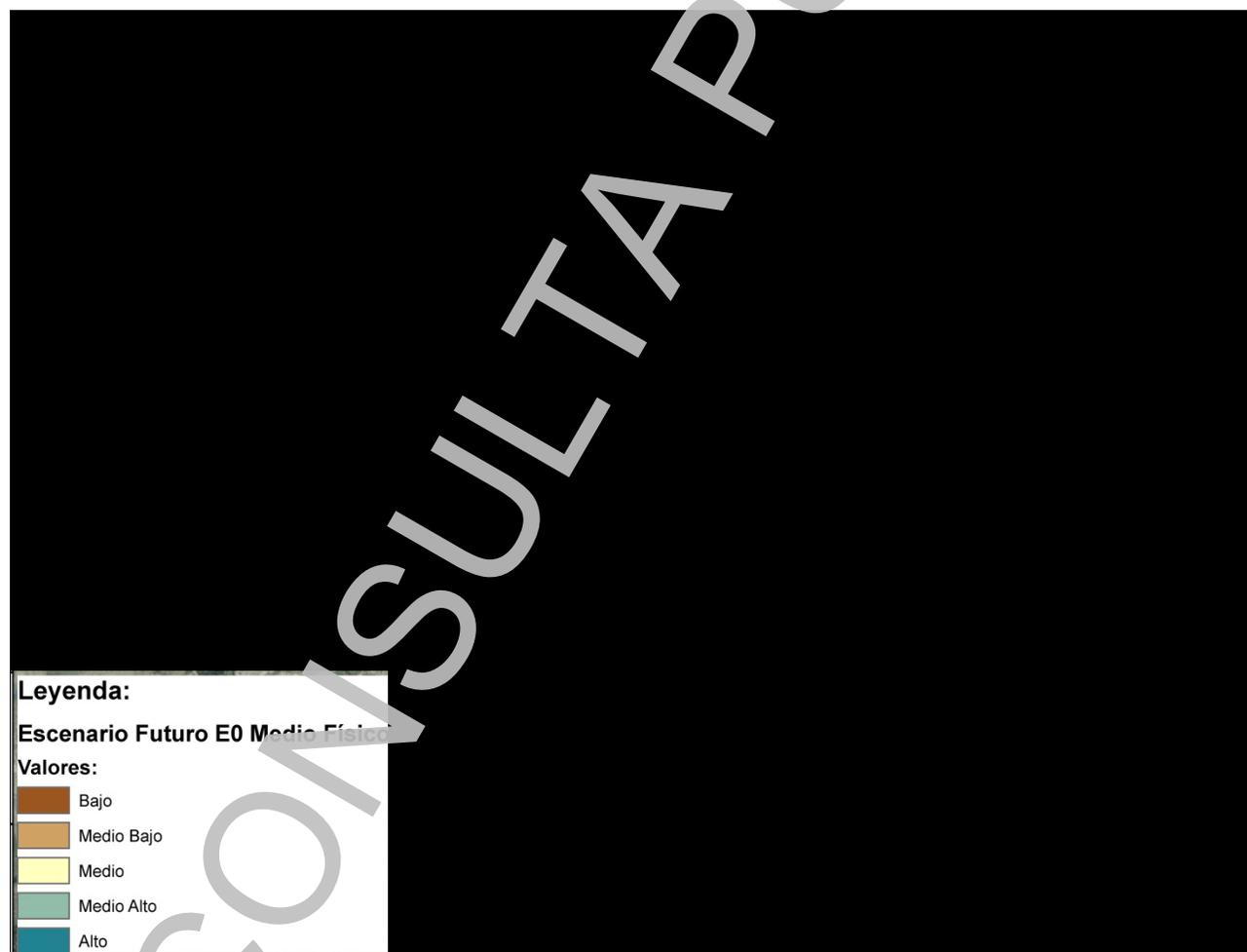


Figura 7.2. Sistema Ambiental (E0 – Medio Físico sin proyecto)

En un balance ordinario, comparando el Diagnóstico Ambiental en el Sistema Ambiental (Figura 4.60) contra el pronóstico del E0 (Figura 7.2), las modificaciones adversas esperadas serían

moderadas de forma generalizada, haciendo que las áreas agrícolas reduzcan su calidad de un nivel Medio bajo a uno Bajo. De acuerdo a este escenario, las zonas forestales conservadas serían las únicas en conservar calidad Alta, mientras que las zonas forestales moderadamente conservadas disminuirían su calidad de Media alta a Media.

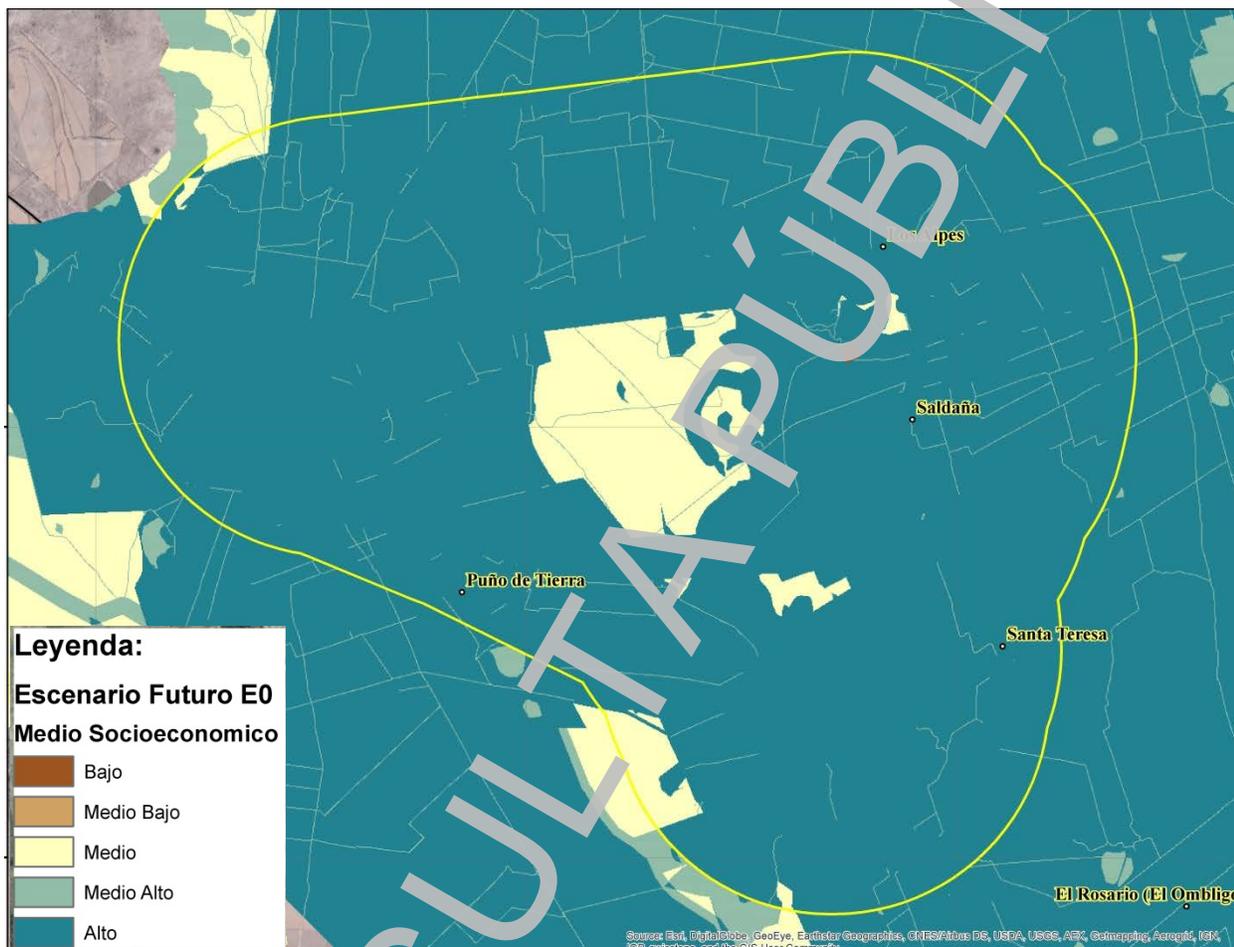


Figura 7.3. Sistema Ambiental (E0 – Medio Socioeconómico sin proyecto)

En cuanto a los aspectos socioeconómicos del sitio, el escenario a 25 años sin proyecto (Figura 7.3) muestra que las zonas que actualmente presentan calidad Medio alta elevarían su calidad a Alta. Por su parte, los polígonos con calidad Medio actual no sufrirían cambios en cuanto a grado de calidad se refiere.

VII.1.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto (E1)

Al analizar las potenciales modificaciones que generaría el Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW* si se realizara sin contemplar las medidas de prevención y mitigación propuestas, pero sí todas las actividades descritas para la etapa de operación, se esperaría una pequeña degradación de la calidad ambiental en la Huella del Proyecto, ya que como se concluye en el capítulo V de esta MIA-P, el desarrollo del Proyecto no supondría impactos significativos y/o de alta intensidad que pudieran

poner en peligro a algún componente ambiental. Esta pequeña degradación se suma a la ya descrita para todo el SA del Escenario 0 (sin proyecto).

En la Tabla 7.2 se muestran los valores porcentuales que reflejan la degradación de la calidad ambiental dentro del Área de Influencia, ocasionada por el desarrollo del Proyecto. Cabe destacar que los porcentajes de disminución se presentan a la escala de valores resultantes de los diagnósticos individuales de cada componente ambiental, pero también se presentan a la escala del Diagnóstico Ambiental Integrado, una vez que han sido multiplicados por el peso ponderado del componente respecto a su influencia en el SA.

Tabla 7.2. Disminución porcentual de los valores de calidad del escenario actual a consecuencia del desarrollo del Proyecto (escenario E1)

Componente	Valor de disminución en la escala de cada componente (%)			Peso Ponderado en el SA del componente	Valor en la escala del DA-I (%)		
	Huella del Proyecto	Buffer 200 m	Buffer 500 m		Huella del Proyecto	Buffer 200 m	Buffer 500 m
Atmósfera	0%	0%	0%	14	0.0%	0.0%	0.0%
Suelo	4%	0%	0%	11	0.4%	0.0%	0.0%
Hidrología	2%	0%	0%	13	0.3%	0.0%	0.0%
Vegetación	6%	0%	0%	16.5	1.0%	0.0%	0.0%
Fauna	6%	4%	2%	18.5	1.1%	0.7%	0.4%
Paisaje y geoformas	7%	3%	2%	11	0.8%	0.3%	0.2%
Total					3.6%*	1.0%	0.6%
Socioeconomía y Cul.	-10%*	0%	0%	16	-1.6%*	0.0%	0.0%

* Los valores porcentuales negativos indican que en vez de hacer una disminución de los valores de calidad, se hace una adición de valores, reflejando en los modelos de los escenarios los impactos positivos identificados que generará el Proyecto.

En la Figura 7.4, se muestra el Escenario de Impactos o E1 sobre el Medio Físico, en el cual se aprecia que el desarrollo del Proyecto no supondría un deterioro en la calidad ambiental general del sitio. Específicamente, el desarrollo del *Parque Eólico Pinos 30 MW* supondría un deterioro de la calidad del Suelo, Hidrología y principalmente sobre la Fauna, Paisaje y Flora en la huella del proyecto, generado primeramente por el desmonte de vegetación y consecuentemente por la construcción de las obras.

Además, este escenario prevé una afectación dentro de un radio de 200 (1%) y 500m (0.6%) de la huella del Proyecto, en los cuales se estiman impactos únicamente sobre los componentes Fauna y Paisaje. El impacto sobre la Fauna corresponde a los efectos de ahuyentamiento que generaría la presencia de maquinaria, equipo y personal del Proyecto, mientras que el impacto sobre el Paisaje corresponde a la degradación de la continuidad paisajística.

En otras palabras, el desarrollo del Proyecto sin la ejecución de medidas de conservación, afectará de forma puntual la composición del ecosistema sin embargo, a nivel del Sistema Ambiental no tendría relevancia dado que éste está sujeto también a otros procesos de degradación ajenos e independientes al Proyecto.

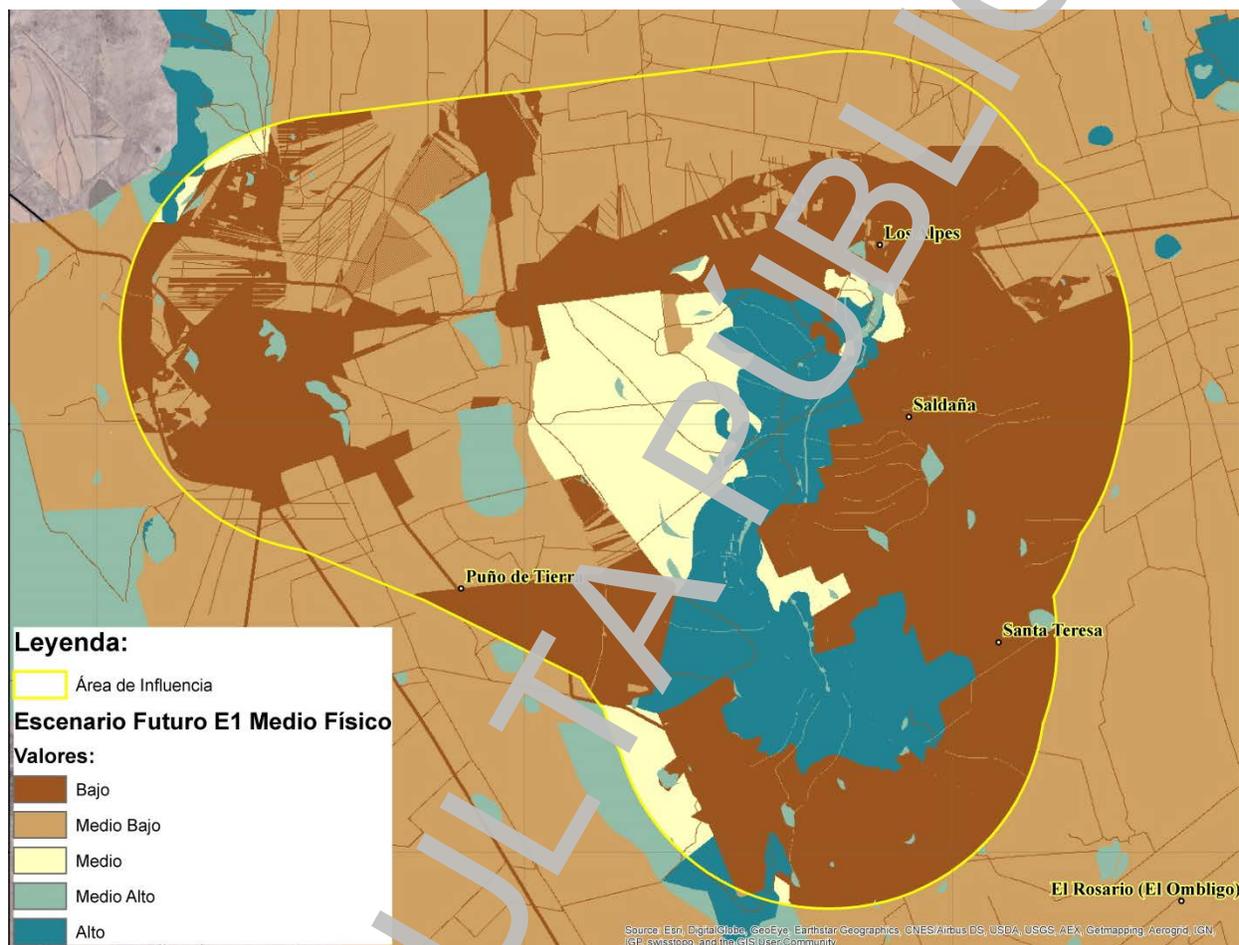


Figura 7.4. Área de Influencia (E1 – Medio Físico con proyecto, sin medidas)

Como se describió anteriormente, el escenario en donde se desarrollaría el Proyecto sin la ejecución de las medidas supondría un deterioro bajo en la calidad del medio ambiente. En la figura anterior se puede observar que este deterioro es únicamente perceptible en la huella del Proyecto, en donde disminuiría su calidad de Alta a Media alta.



Figura 7.5. Área de Influencia (E1 – Medio Socioeconómico con proyecto, sin medidas)

En la Figura 7.5 se presenta el escenario sobre el Medio Socioeconómico en el que se desarrollaría el Proyecto sin la ejecución de las medidas propuestas. Como se aprecia en dicha figura y en la Tabla 7.2, el desarrollo del Proyecto supondría un incremento en la calidad socioeconómica en la huella del Proyecto; sin embargo, dado que el sitio ya se encontraría con calidad socioeconómica Alta, no habría modificación de este rango.

VII.1.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación (E2)

El escenario E2 mantiene como base el escenario sin proyecto (E0), pero considera una atenuación de los valores de disminución en función de los resultados que se espera que tengan las medidas propuestas, dentro de las medidas para la prevención y mitigación de los impactos.

En la Tabla 7.3 se muestran los valores estimados de disminución de la calidad de cada componente, en términos porcentuales.

Tabla 7.3. Disminución porcentual de los valores de calidad del escenario actual a consecuencia del desarrollo del Proyecto con la aplicación de medidas (escenario E2)

Componente	Valor de disminución en la escala de cada componente (%)			Peso Ponderado en el SA del componente	Valor en la escala del DA-I (%)		
	Huella del Proyecto	Buffer 200 m	Buffer 500 m		Huella del Proyecto	Buffer 200 m	Buffer 500 m
Atmósfera	0%	0%	0%	14	0.0%	0.0%	0.0%
Suelo	3%	0%	0%	11	0.3%	0.0%	0.0%
Hidrología	1%	0%	0%	13	0.1%	0.0%	0.0%
Vegetación	3%	0%	0%	16.5	0.5%	0.0%	0.0%
Fauna	3%	2%	1%	18.5	0.6%	0.4%	0.2%
Paisaje y geformas	6%	2%	1%	11	0.7%	0.2%	0.1%
Total					2.2%*	0.6%	0.3%
Socioeconomía y Cul.	-10%*	0%	0%	16	-1.6%*	0.0%	0.0%

* Los valores porcentuales negativos indican que en vez de hacer una disminución de los valores de calidad, se hace una adición de valores, reflejando en los modelos de los escenarios los impactos positivos identificados que generará el Proyecto.

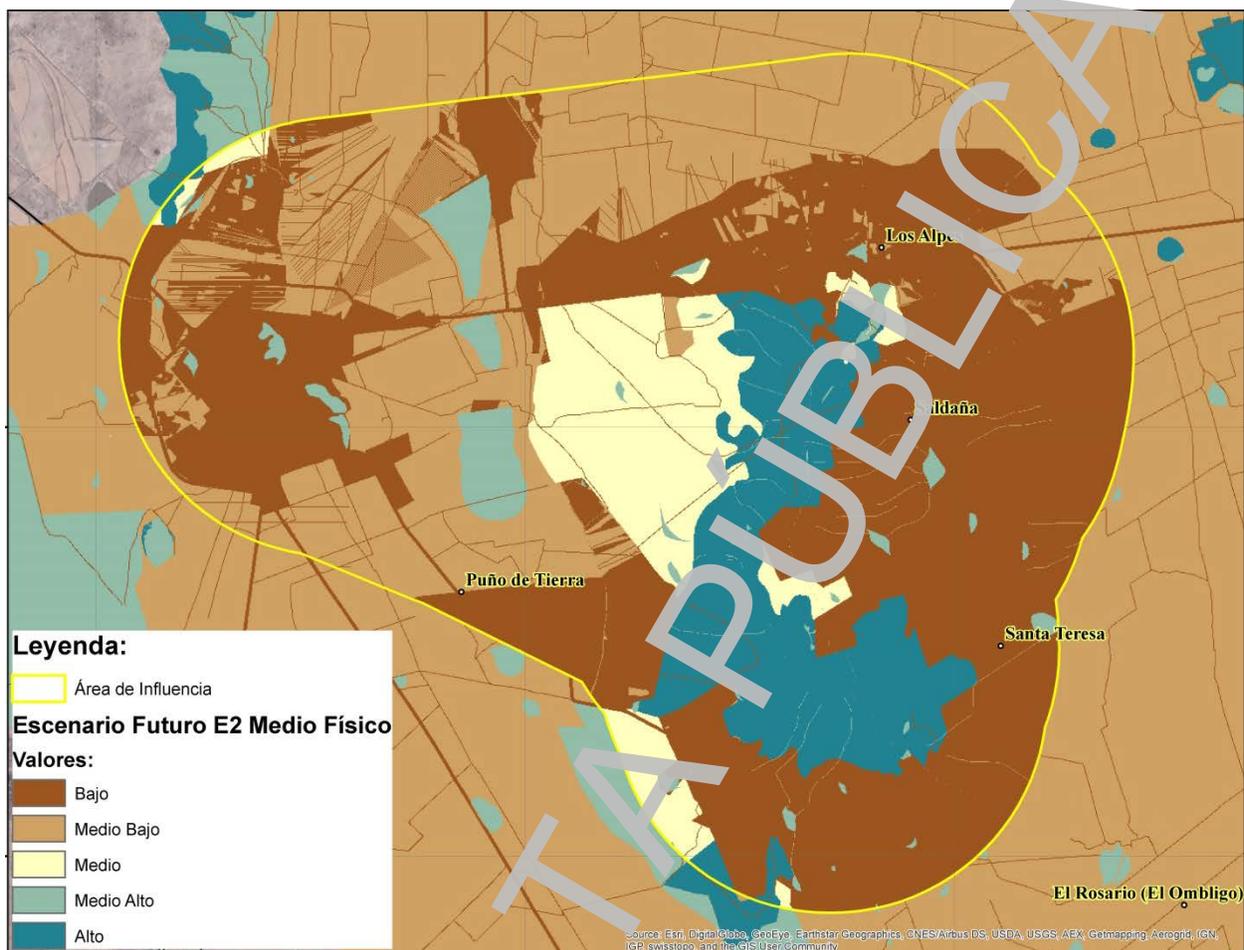


Figura 7.6. Escenario de medidas (E2 – SA con proyecto y con medidas)

Como se puede observar en la Figura 7.6, el escenario futuro previsto con el desarrollo del Proyecto y con la aplicación de las medidas propuestas regresaría prácticamente la misma calidad ambiental en la Huella del Proyecto que el escenario E0, el cual contempla el AI a los mismos 25 años sin el desarrollo del Proyecto. Esto supondría que los impactos adversos identificados en el Capítulo V de la presente MIA fueran atenuados con un alto grado de efectividad por las medidas propuestas en el Capítulo VI.

Es importante mencionar que para la generación del presente escenario se contempló la correcta aplicación de todas las medidas, por lo que la incorrecta o parcial aplicación de las medidas propuestas supondría un grado de eficacia menor, y por ende, resultados diferentes.

De forma concreta se espera que para este escenario la calidad ambiental en la superficie que ocuparía la Huella del Proyecto el componente Suelo vería reducida su calidad en un 0.3 %, contra el 0.4% estimado en el escenario E1; el componente Hidrología vería reducida su calidad en un 0.1%, contra el 0.3% del escenario anterior en donde no se contemplan las medidas (E1); el componente Flora reduciría su calidad en un 0.5% por el 1% que supondría el desarrollo del Proyecto sin medidas; el componente Fauna presentaría una reducción del 0.6% de su calidad por el 1.1% que

presentaría de no ejecutarse las medidas; y por último, el componente Paisaje reduciría en un 7% su calidad, en lugar del 8% que implicaría no ejecutar las medidas.

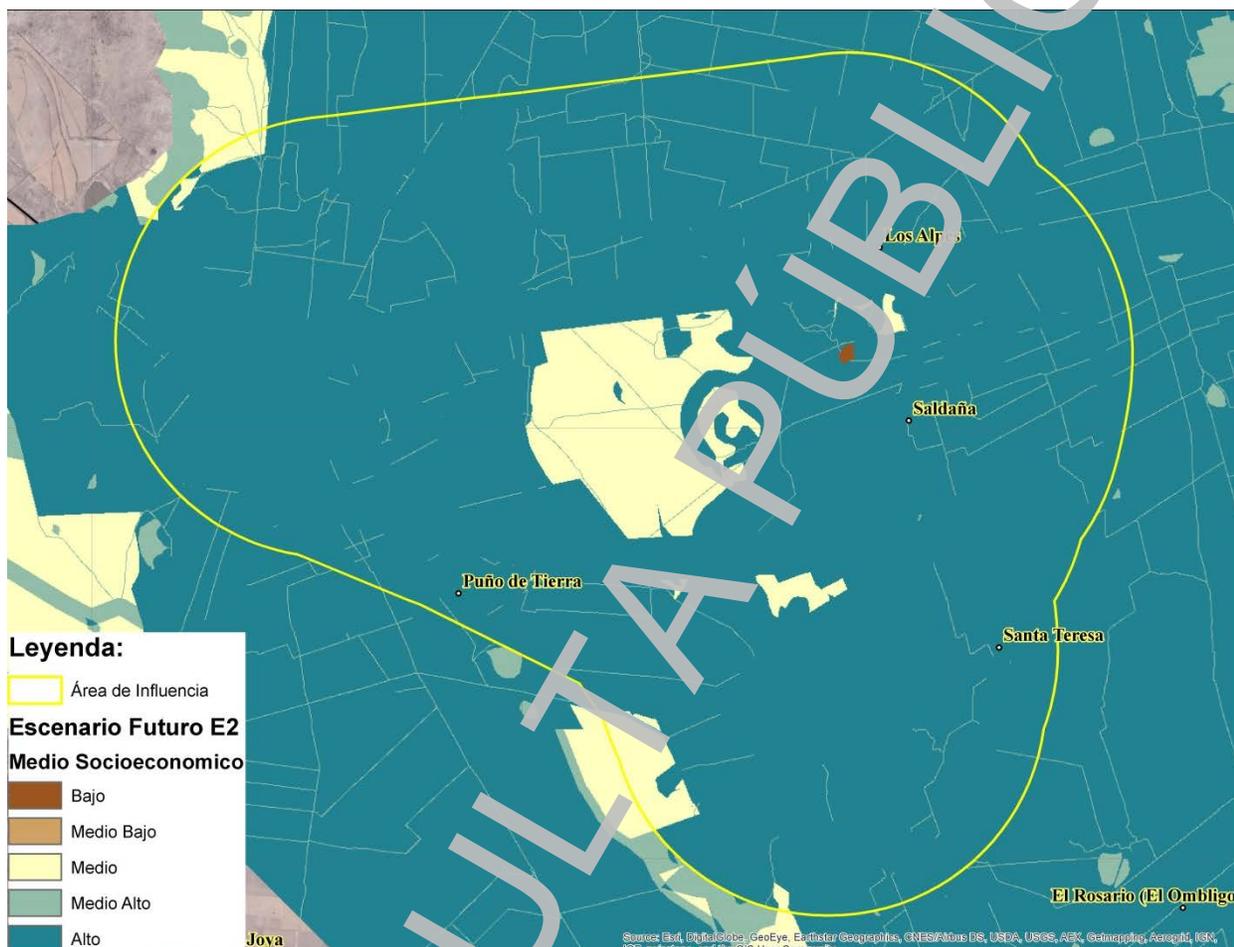


Figura 7.7. Escenario de medidas (E2 – SA con proyecto y con medidas)

Exclusivamente hablando del medio socioeconómico del AI, la aplicación de las medidas propuestas en el Capítulo VI de la presente MIA no supondría una modificación en la calidad de este medio.

VII.1.6 Impactos residuales

De acuerdo a la identificación y evaluación de los impactos que generará el Proyecto sobre los diferentes componentes ambientales, se determinó que el desarrollo de las diferentes etapas del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW* genera una serie de impactos residuales²¹, sin embargo,

²¹ Se entiende por impacto residual al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación, y cuya residualidad deriva de la persistencia e irreversibilidad del efecto (incluso después de la atenuación o mitigación).

ninguno de estos se considera como significativos. A continuación se mencionan los impactos residuales poco significativos que pudiera provocar el Proyecto.

Atmósfera

- De los impactos identificados durante el desarrollo del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW*, se espera que la disminución de la calidad del aire, producto de la generación de material particulado por el movimiento de tierras, presente efectos residuales. Sin embargo, los efectos residuales de este impacto se consideran irrelevantes e insignificantes debido a la facilidad de dispersión de polvos.

Geomorfología

- El desarrollo y funcionamiento del área de aprovisionamiento de material pétreo supone un impacto directo a la geomorfología. Aun cuando se proponen medidas para este impacto, existirá un alto grado de residualidad por los efectos generados.

Fauna

- Los efectos ambientales residuales sobre la distribución espacial y temporal de fauna se consideran poco significativos tomando en cuenta las características de tolerancia que irán adquiriendo las especies presentes en el Área de Influencia del Proyecto. Dicho esto, los impactos residuales generados sobre este componente son poco significativos ya que no existen situaciones con alta probabilidad de efectos permanentes, además las medidas propuestas supondrán una disminución de los efectos residuales de este impacto.

VII.3 Conclusiones

Debido a que el Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW* pretende realizarse sobre algunas zonas degradadas por consecuencia del alto grado de crecimiento agrícola del área, no se esperan impactos significativos que pudieran poner en riesgo a alguno de estos componentes.

Los principales impactos ambientales adversos o de mayor trascendencia que podría generar el Proyecto, sin que ninguno de éstos alcance una intensidad o importancia tal que obstaculice la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, ni la continuidad de los procesos naturales, se presentan de forma sintetizada en la siguiente tabla.

Tabla 7.4. Impactos adversos principales identificados

Componente ambiental	Código	Impacto potencial
Atmósfera	Atm-01	Alteración a la calidad del aire por emisión de partículas suspendidas, generado principalmente por el movimiento de tierras
Geomorfología	Ge-01	Alteración a la topografía por actividades de cortes, rellenos y desarrollo de área de aprovisionamiento de material pétreo.
Flora	Fl-01	Pérdida de la cobertura vegetal por desmonte de 15.1970 ha
Fauna	Fa-01	Ahuyentamiento de especies generado indirectamente por el desarrollo del Proyecto, entre los cuales se destacan la generación de ruido, movimiento de vehículos y presencia humana.
Fauna	Fa-02	Incremento en la mortalidad de avifauna por la operación de aerogeneradores.

Se prevé que el desarrollo del Proyecto Parque Eólico 30 MW genere impactos residuales poco significativos, además de algunos impactos acumulativos sobre a los componentes Flora, Fauna y Paisaje.

Del análisis integral desarrollado en esta MIAE, entre los que se incluye la evaluación de impactos ambientales, se concluye que:

- El Proyecto contempla las etapas de preparación del sitio, construcción y operación
- El proyecto no generará impactos críticos sobre ningún componente ambiental
- Solo se prevén impactos adversos de carácter compatible, moderado y severo, mas no se prevén impactos críticos.
- En aspectos generales, los impactos benéficos generados por el desarrollo del Proyecto son de más relevancia que los negativos.
- El escenario futuro a 25 años muestra que el desarrollo del Proyecto contemplando las medidas propuestas, no tendrá repercusiones en la calidad ambiental del AI.

Con base en lo anterior, el Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW* no representa un factor de desequilibrio ecológico a nivel del Sistema Ambiental, ni ocasionará situaciones de contingencia ambiental que representen un riesgo a la salud y bienestar humano, ni causará una inestabilidad en la funcionalidad del ecosistema.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII.1 Formatos de presentación

Para realizar la caracterización del medio físico, biótico, social y económico del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW*, se desarrollaron diferentes acciones para evaluar la información ambiental del SA:

- a) Recopilación bibliográfica de información
- b) Información recabadas durante el trabajo de campo
- c) Elaboración de un sistema de información geográfica
- d) Generación de elementos de salida

A continuación se menciona una breve descripción de las diferentes acciones involucradas en la ejecución de la evaluación ambiental del SA:

- a) Recopilación bibliográfica de información

Se colectó información bibliográfica referente al medio biótico, abiótico e infraestructura dentro del SA, así como información de la región, síntesis geográfica y estadística de los censos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), etc. además de cartografía de diversas fuentes públicas: edafología, geología, uso del suelo, vegetación, topografía, climatología e hidrología superficial y subterránea.

- b) Trabajo de campo

Como parte de los trabajos de investigación y evaluación de las características ambientales naturales del sitio, se consideró la información recabada en recorridos de campo, en los que se levantó información del medio biótico, abiótico y socioeconómico dentro del Sistema Ambiental, específicamente la recopilada por Natural Environment, S.C. quien es la empresa responsable de la elaboración del presente documento.

- c) Elaboración de un sistema de información geográfica

Uno de los problemas que se presentan principalmente al iniciar la elaboración de una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), es la selección de información oficial y a una adecuada escala, para este caso se cuenta con información Temática Nacional del INEGI 2006 y CONABIO 2008. Y con la finalidad de asegurar el apropiado análisis de la situación ambiental del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW*, se realizó un Sistema de información Geográfica (SIG) el cual consistió de los siguientes puntos:

- Estructuración funcional del sistema

En esta parte del Proyecto se diseñó la estructura del sistema con base en las necesidades específicas del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW*, con esto se definieron escalas máximas, proyecciones geográficas aplicables, zonas geográfica limitada y atributos, así como, características de la topología del sistema, creando las bases para la estandarización de la información, la cual fue vertida al sistema.

- Recopilación de información de fuentes oficiales

Se recopiló información de fuentes oficiales, así como la generada para el Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW* en un formato digital

A continuación se enlistan los principales datos que se integraron al sistema en esta fase:

Tabla 8. 1. Datos integrados al Sistema de Información Geográfica

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones
Ortofotografía ²²	Archivo raster	F13B34F	Marzo 1997 Píxel 1.5 m.
Ortofotografía	Archivo raster	F13B34C	Marzo 1997 Píxel 1.5 m.
Modelo digital de elevación con división hidrológica INEGI	Generado a partir de curvas de nivel INEGI cada 10 m.	Local	Generados mediante Spatial Analysis por proceso de <i>Tin</i> interpolación de curvas de nivel para su posterior conversión a grid (malla)
Modelo de relieve INEGI	Generado a partir de curvas de nivel INEGI cada 10 m.	Local	Generados mediante Spatial Analysis por proceso de <i>Tin</i> interpolación de curvas de nivel para su posterior conversión a grid (malla)
Modelo de pendientes INEGI	Generado a partir de curvas de nivel INEGI cada 10 m.	Local	Generados mediante Spatial Analysis por proceso de <i>Tin</i> interpolación de curvas de nivel para su posterior conversión a grid (malla).

²² Rectificación de Fotografías Aéreas con auxilio de puntos de control geodésico y modelo digital de elevación.
Proyección: Universal Transversa De Mercator (UTM), Datum: ITRF92, Zona UTM: 13

Modelo hidrológico	Generado a partir de curvas de nivel INEGI cada 10 m.	Local	Generados mediante Spatial Analysis por proceso de Tin interpolación de curvas de nivel para su posterior conversión a grid (malla)
Modelo de clasificación espectral de la vegetación	Vector	Local	Generado a partir de la ortofotografía aérea 1997
Polígonos de obras mineras	Vector	Local	Información proporcionada por Aldesa Energías Renovables de México S.A. de C.V.
Polígonos de lotes y predios	Vector	Local	Información proporcionada por Aldesa Energías Renovables de México S.A. de C.V.
Plano de instalaciones	Vector	Local	Información proporcionada por Aldesa Energías Renovables de México S.A. de C.V.
Carta Hidrología Superficial INEGI	Archivo raster y Carta dura 1:250,000	Sombrerete	Datos referidos a la carta INEGI
Carta Hidrología Superficial INEGI	Archivo raster y Carta dura 1:250,000	Sombrerete	Datos referidos a la carta INEGI
Carta Geológica INEGI	Archivo raster y Carta dura 1:250,000	Sombrerete	Datos referidos a la carta INEGI
Vías de transportación, INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Curvas de Nivel, INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Líneas de Conducción y Transmisión, INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Elementos de Referencia Topográfica, INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Cuerpos de agua, INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Áreas Urbanas, INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Límite municipal, INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Fisiografía CONABIO	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Uso de suelo y vegetación INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Climas INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional

Área de conservación prioritaria de Aves, CONABIO	Vectorial nacional	temática	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Climas, CONABIO	Vectorial nacional	temática	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Cuencas hidrográficas CNA	Vectorial nacional	temática	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Edafología, CONABIO	Vectorial nacional	temática	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Hidrogeología, CONABIO	Vectorial nacional	temática	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Precipitación CONABIO	Vectorial nacional	temática	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Subcuencas hidrológicas, CONABIO	Vectorial nacional	temática	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Curvas de nivel 200m. CONABIO	Vectorial nacional	temática	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Hidrología superficial, CONABIO	Vectorial nacional	temática	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional

- Estandarización de formatos digitales y bases de datos

La información existente en diversos organismos públicos y privados así como la información obtenida por Clifton Associates Ltd (MR) - Natural Environment S. C., se integró con el fin de homogeneizar y tratar dicha información con objeto de abordar diversos planteamientos.

- Creación de nuevas capas de información temática

Utilizando la información topográfica, se generó nueva información temática, como los siguientes modelos: Modelo Digital de Elevación, Modelo de Relieve, Modelo de Geoformas, Modelo de Topoformas, etcétera.

- Presentación general del sistema en plataforma de ArcMap

Una vez armado el sistema, éste se presentó en formato de Proyecto con plataforma ArcMap. Dicha información se estructuró por capas ligadas a un macro.

- Generación de elementos de salida del sistema

Se procedió a la integración de algunas de los insumos, escaneando o copiando la zona delimitada como influencia al área del Proyecto. Se analizaron las imágenes y se recortaron en la plataforma Photoshop de Adobe para su exportación a formato jpg. Se procedió a su importación a Corel Draw y para su georeferencia se necesitó de apoyo del “grid” de georeferencia de las mismas cartas. Se

rediseño la simbología para su optima utilización y se crearon planos temáticos doble carta de la zona de estudio.

VIII.1.1 Planos definitivos

Tal como se explicó anteriormente, el Sistema de Información Geográfica (SIG), permitió la generación de cartografía de baja escala que fue empleada para elaborar diferentes planos que se encuentran anexos en el presente estudio.

El sistema se diseñó para presentar información de salida del SIG en forma de planos, para lo cual se crearon *layouts* para impresión en plotter e impresora de escritorio. El sistema permitió también presentar la información en forma de tablas, gráficas, imágenes digitales, en formatos como jpg, bmp, gif, etc.; así como exportar e importar información en programas como AutoCAD y AutoCAD MAP.

En el Capítulo IX de este documento se presenta la lista de Anexos (planos y documentos) de la presente Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW*.

VIII.1.2 Fotografías

En el apartado IX de este documento se presentan algunos anexos fotográficos, unos refieren a las condiciones generales del sitio donde se pretende el Proyecto y otros hacen alusión a los trabajos de campo.

VIII.1.3 Videos

No fue necesaria la inclusión de videos en el presente documento.

VIII.1.4 Listas de Flora y Fauna

Dentro del Capítulo IV del presente documento, se incluyen las listas de especies registradas en los estudios de Flora y Fauna llevados a cabo dentro del Sistema Ambiental del Proyecto.

VIII.2 Otros anexos

En el Capítulo IX se presenta el listado de los anexos que aparecen de manera adjunta al presente documento. Los anexos corresponden a planos georreferenciados, informes de los trabajos en campo por componente ambiental, reportes fotográficos, entre otros.

VIII.3 Bibliografía

American Ornithologists Union (AOU). 2000. Forty-second supplement to the American Ornithologists' Union Check-list of North American Birds. *Auk* 117: 847–858.

APG. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105–121.

- Aranda, J. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. CONABIO. México.
- Born, J.D. y Chosnacky, D.C. 1985. Wood land trees Volume Estimation : A visual segmentation Technique. Forest Service General Technical report INT-344. United States Department of Agriculture. 20 pp.
- CAMIMEX. 2011. Informe Anual. Cámara Minera de México. México DF.
- Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. 1ra. Ed. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Challenger, A. 1998. Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México. Pasado Presente y Futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 847 p.
- Christenhusz, M.J.M., Zhang, X.-C. y Schneider, H. 2011. A linear sequence of extant families and genera of lycophytes and ferns. *Phytotaxa* 19: 7-54.
- CNAH 2012. The Center For North American Herpetology, en: <http://www.cnah.org/>.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2005. Estudio previo justificativo para el establecimiento del área natural protegida Área de Protección de Flora y Fauna “Cerro del Mohinora” Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F. 64 p.
- CONABIO. 2011. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, SEMARNAT, en: <http://www.conabio.gob.mx>.
- CONAFOR. 2004. Protección, restauración y conservación de Suelos forestales. CONAFOR, México.
- Dahlgren R.M.T., Clifford H.T. y Yeo P.F. 1985. The Families of Monocotyledons. Structure, Evolution and Taxonomy. Springer-Verlag. Berlin.
- Don E. Wilson & DeeAnn M. Reeder (editors). 2005. Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference (3rd ed), Johns Hopkins University Press, 2,142 pp.
- EPA. 2009. Code of Federal Regulations. Recuperado en Junio de 2012, de Title 40 - Protection of Environment: <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR-2009-title40-vol15/xml/CFR-2009-title40-vol15-part70.xml>
- Eugene, A.T. y H.E. Burdhat. 1983. Forest Measurements. McGraw-Hill. N.Y., USA. 331 p.
- FAO 1997. Medición sobre el terreno de la Erosión y de la Escorrentía. Versión digital tomada de: <http://www.fao.org/docrep/T0848S/t0848s00.htm#Contents> Enero 2008.
- Font-Quer P. 1953. Diccionario de botánica. Editorial Labor. Barcelona.

- Frías-Castro A., Castro-Castro A., González-Gallegos J.G., Suarez-Muro E.A. y Rendón-Sandoval F.J. 2013. Flora vascular y vegetación del Cerro El Tepopote, Jalisco, México. *Botanical Sciences* (en prensa).
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) (2. ed. corr. y aumentada ed.). México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía.
- González-Elizondo, M. S. 1997. Upper Mezquital River region, Sierra Madre Occidental, Mexico, In: Davis, S. D., V. H. Heywood, O. Herrera-McBryde, J. Villa-Lobos y A. C. Hamilton (eds.). Centres for plant diversity: a guide and strategy for their conservation. Vol. III: The Americas. The World Wide Fund for Nature & International Union for the Conservation of Nature - The World Conservation Union. Cambridge, UK. pp. 157-160.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Ed. GTZ.
- Howell G. N. & Webb S. 1995. "A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America". Oxford. New York, EUA.
- INE 2010. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT, en: <http://www.ine.gob.mx/>
- INEGI 2000. Los análisis físicos y químicos en la cartografía edafológica de INEGI, guía normativo-metodológica. Versión digital tomada de <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/normatividad/edafologia/normedaf.pdf?c=3> Noviembre 2006.
- INEGI 2002. Claves de unidades de Suelos FAO/1970 (modificado por DETENAL sic). Manual de uso interno. México.
- INEGI 2003. Manual para la descripción completa de perfiles de Suelos. Manual de uso interno. México.
- INEGI 2005. Metodología para la actualización de conjuntos edafológicos serie II. Manual de uso interno. México.
- INEGI 2006a. Guía para la interpretación de cartografía, Edafología. Editorial INEGI. Primera reimpresión. México.
- INEGI 2006b. Descripción completa del perfil del Suelo. Versión digital tomada de <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/prodyserv/cartas/pdfs/formato1.pdf> Noviembre 2006.
- ISRIC. ITC. CUL. WAU. FAO (2001). Lecture notes on the major soils of the world. FAO edition. Rome.

- Lot, A. y Chiang F. (Compiladores). 1986. Manual de Herbario. Consejo Nacional de la Flora de México, A. C., México, D. F.
- López, C., Chanfón, S. & Segura, G. 2005 La Riqueza de los Bosques Mexicanos: Más Allá de la Madera. Experiencias en Comunidades Rurales. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 199 p.
- Mickel J.T. & Smith A.R. 2004. The Pteridophytes of Mexico. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 88:1-1054.
- Moreno N.P. 1984. Glosario Botánico Ilustrado. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (CECSA), Xalapa.
- Munsell Color 2000. Munsell soils color charts. Gretagmacbeth. New York.
- Porta Casanella, Jaume. . López-Acevedo, M. 2005. Agenda de Campo de Suelos, Información de Suelos para la Agricultura y el Medio Ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Porta, J. López-Acevedo, M. Roquero, C. 1999. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. Segunda edición. Bilbao.
- Reid, F. 2006. A Peterson Field Guide to the Mammals of North America 4 Ed. Houghton Mifflin Company, Boston, MA.
- REPDA. 2012. Registro Público de Derechos del Agua, CONAGUA, en: <http://www.conagua.gob.mx/Repda.aspx?n1=5&n2=37&n3=115>.
- Rico-Arce, M. 2007. American Species of Acacia. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 207 p.
- Rzedowski J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa, México, D.F.
- SEDESOL 2010, Secretaría de Desarrollo Social, en: <http://www.sedesol.gob.mx/>.
- SEMARNAT 2010. "Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-SEMARNAT-2010". Diario Oficial de la Federación.
- SIATL 2010. Simulador de Flujos de Agua de Cuencas hidrográficas, INEGI, en: http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#.
- Sibley, D. A. 2000. The Sibley guide to birds. Alfred A. Knopf, New York.
- SICS/ISRC/FAO 1999. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Editorial FAO. Roma.
- SIGEIA. 2012. Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental en: <http://www.semarnat.gob.mx/sigeia/Paginas/sigeia.aspx>.

SMN 2010. Servicio Meteorológico Nacional. CONAGUA, en: <http://smn.conagua.gob.mx>.

Trópicos. 2011. Missouri Botanical Garden. www.tropicos.org.

VIII.4 Glosario de términos

Para el presente Documento Técnico Unificado se consideran las definiciones contenidas tanto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, como en su Reglamento en Materia de Evaluación Impacto Ambiental; algunas de las cuales se citan a continuación, además de conceptos adicionales utilizados en este estudio:

Cambio de uso de suelo: Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.

Escenario modificado: características de los componentes ambientales que resultan de adicionar los efectos de los impactos generados por el Proyecto al estado actual que presentan, y habiendo aplicado las medidas preventivas y de mitigación apropiadas.

Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Impacto potencial: Capacidad del efecto producido por una obra o actividad específica para modificar directa o indirectamente uno o más componentes ambientales con respecto a su línea base

Impactos principales: Impactos identificados en el proceso de evaluación mediante la metodología elegida cuya importancia, expresada en términos de los atributos o parámetros de referencia del impacto (criterios de calificación numérica) y con base en los indicadores ambientales respectivos, destacan sobre el resto de los impactos generados por una obra o actividad específica, sin llegar a ser considerados como impactos significativos o relevantes.

Impactos secundarios: Impactos identificados en el proceso de evaluación mediante la metodología elegida, cuya importancia es menor a la de los impactos principales.

Impactos significativos o relevantes: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un Proyecto en cualquiera de sus etapas.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

CONSULTA PÚBLICA

IX. LISTA DE ANEXOS

Capítulo I

Capítulo II

- 2.1. Localización regional de *Parque Eólico Pinos 30 MW*
- 2.2. Coordenadas de componentes de proyecto
- 2.3. Plan maestro de Proyecto *Parque Eólico Pinos 30 MW*
- 2.4. Título de Permiso, Modalidad “Pequeña Producción”
- 2.5. Reporte fotográfico de condición actual de zona y sitio propuesto para Proyecto
- 2.6. Plano PI-AP-03 Arreglo General de *Parque Eólico Pinos 30 MW*

Capítulo IV

- 4.1 Plano y Coordenadas del Área de Influencia delimitada para el Proyecto.
- 4.2 Plano y Coordenadas del Sistema Ambiental delimitado para el Proyecto.
- 4.3 Localización de las estaciones meteorológicas cercanas al Proyecto.
- 4.4 Plano de tipos de suelos en el Sistema Ambiental INEGI serie II.
- 4.5 Descripción de perfiles de suelo.
- 4.6 Resultados del Laboratorio de suelos.
- 4.7 Modelo de erosión en el Sistema Ambiental.
- 4.8 Modelo de degradación del suelo en el Sistema Ambiental, INEGI.
- 4.9 Modelo de hidrología superficial dentro del Sistema Ambiental.
- 4.10 Modelo de uso de suelo y vegetación de acuerdo al trabajo de campo realizado en el Sistema Ambiental.
- 4.11 Reporte fotográfico de tipos de vegetación en el Sistema Ambiental.
- 4.12 Localización de puntos de muestreo de vegetación.
- 4.13 Especies vegetales comunes en el Sistema Ambiental.
- 4.14 Plano con áreas de muestreo faunístico y localización de cámaras trampa dentro del Sistema Ambiental.
- 4.15 Reporte fotográfico de fauna.
- 4.16 Modelo de unidades de paisaje en el Sistema Ambiental.
- 4.17 Modelo de calidad visual en el Sistema Ambiental.
- 4.18 Modelo de fragilidad visual en el Sistema Ambiental.
- 4.19 Modelo de visibilidad del Proyecto en el Sistema Ambiental.
- 4.20 Localización de las localidades del Sistema Ambiental.

Capítulo V

- 5.1 Matriz de importancia de impactos etapa de preparación del sitio
- 5.2 Matriz de importancia de impactos etapa de construcción
- 5.3 Matriz de importancia de impactos etapa de operación
- 5.4 Matriz de importancia de impactos con factores ponderados

CONSULTA PÚBLICA