CENTRAL EOLICA DE MEXICO I S.A. DE C.V.

CENTRAL EÓLICA CERRO IGUANA I

SIGEA
Sistemas Integrales de Gestión Ambiental

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD PARTICULAR

MAYO 2016

CAPÍTULO I

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

CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 1

I.1 PROYECTO 1

I.1.1 Nombre del proyecto 1
I.1.2 Ubicación del proyecto 1
I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto 2
I.1.4 Presentación de la documentación legal del predio 2

I.2 PROMOVENTE 2

I.2.1 Nombre o razón social 2
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes (RFC) 3
I.2.3 Representante Legal 3
I.2.4 Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones 3

I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 4

I.3.1 Nombre o razón social 4
I.3.2 Registro federal de contribuyentes 4
I.3.3 Responsable técnico del estudio 4
I.3.4 Dirección del responsable técnico 5

FIGURAS

Figura I–1. Localización de la Central Eólica Cerro Iguana I. 1

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

I.1 Proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto

Central Eólica Cerro Iguana I

I.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto consiste en la construcción y operación de un parque eólico en la región del Istmo de Tehuantepec en el Estado de Oaxaca, específicamente en el Ejido Santo Domingo en el Municipio de Santo Domingo Ingenio. En la siguiente figura (Figura I—1) se puede apreciar el área del proyecto en el municipio de Santo Domingo Ingenio con los municipios colindantes.

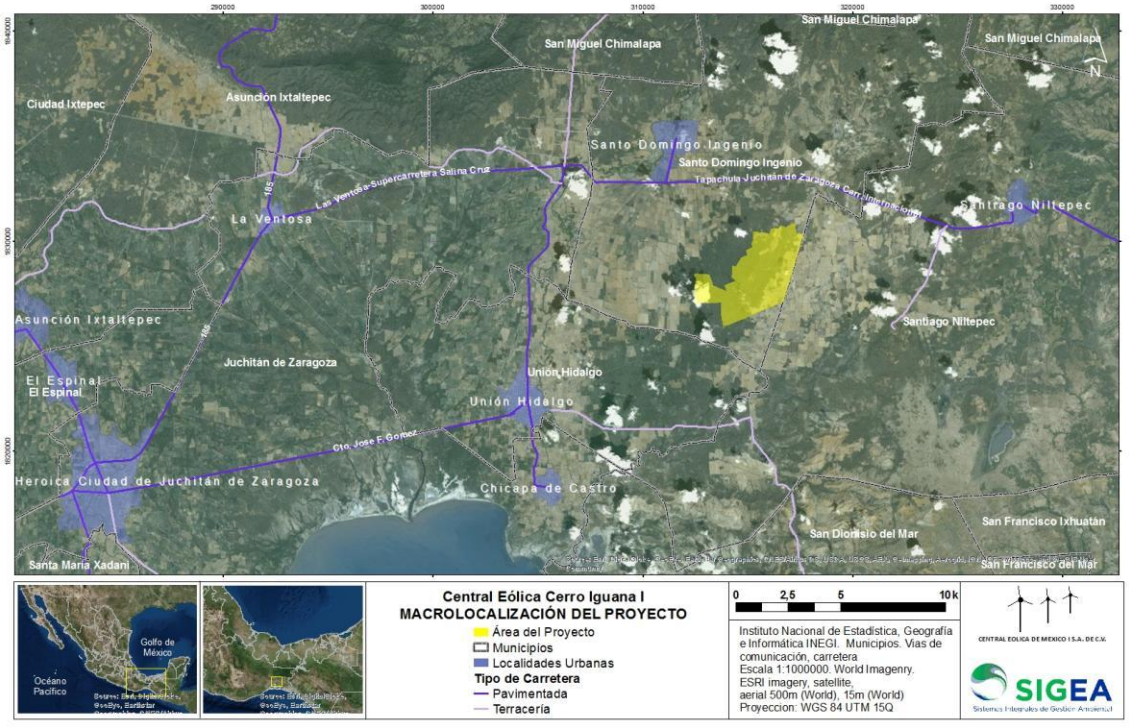


Figura I–1. Localización de la Central Eólica Cerro Iguana I.

En el Capítulo II (específicamente en la sección II.1.3) se incluyen las principales coordenadas geográficas específicas así como los planos de localización.

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

La vida útil del proyecto se calcula de 40 años. Según especificaciones del fabricante[1] el ciclo de vida de las turbinas eólicas que se utilizarán son de al menos 20 años sin embargo la misma podrá ser mayor en función de los programas de mantenimiento que se realicen tanto de los aerogeneradores como de las turbinas. La vida útil del parque podrá ser ampliada de acuerdo a las necesidades energéticas y a la viabilidad financiera que exista al término de los 40 años.

I.1.4 Presentación de la documentación legal del predio

El proyecto se desarrollará sobre una superficie con tenencia de la tierra ejidal sobre una poligonal que abarca una extensión de 1,224.58 ha. El área de proyecto está conformada por 88 parcelas (ver **Anexo 2**) de las cuales se cuenta con la documentación necesaria para acreditar la posesión de las mismas. Se solicita mantener confidencialidad en dicho anexo con fines de protección de los datos de los mismos así como para no entorpecer los procesos de contratación que se desarrollan al día de hoy.

I.2 Promovente

I.2.1 Nombre o razón social

Central Eólica de México I, S.A. de C.V.

Empresa legalmente constituida, tal y como se refiere en la Escritura Pública Número Setenta y Cinco Mil Doscientos Treinta y Dos, volumen Tres mil Doscientos Setenta. Asentada ante la fe del Licenciado F. Javier Gutierrez Silva, titular de la Notaría Ciento Cinuenta y Siete del Distrito Federal, con fecha 20 de Octubre de 2010, inscrito en el Registro Público de la Propiedad y del Comercio del Distrito Federal con folio Mercantil Electrónico número 425993-1 de fecha 4 de Noviembre de 2010.

Ver copia simple en el **Anexo 1.** Documentos legales del promovente.

[1] ECOWIND- Análisis de Ciclo de vida de 1kWh generado por un parque eólico ONSHORE Gamesa G114 2.0 Mw

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes (RFC)

CEM 101019 JGA

Ver copia simple del RFC en el **Anexo 1.** Documentos Legles del promovente.

I.2.3 Representante Legal

Francisco Javier Sanchez Ramos, Apoderado Legal de Central Eólica de México I, S.A. de C.V.

Mediante Escritura Pública No. 41,774, Libro 28 de fecha 24 de febrero del 2015, pasada ante la fe del Lic. Julián Real Vazquez, Notario, habilitado en la Ciudad de México, titular de la Notaría No. 200 del Distrito Federal, mediante el cual la empresa Central Eólica de México I, S.A. de C.V. otorga poder al Sr. Francisco Javier Sanchez Ramos. Se adjunta copia simple del poder del representante legal y de su identificación oficial (**Anexo 1**).



Lo testado corresponde al domicilio, teléfono y correo electrónico, datos personales con Fundamento en el Artículo 116, párrafo primero de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública (LGTAIP) y 113, fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública (LFTAIP).

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

I.3.1 Nombre o razón social

Sistemas Integrales de Gestión Ambiental, S. C.

[redacted]

I.3.2 Registro federal de contribuyentes

SIG 980604 4B1

I.3.3 Responsable técnico del estudio

Ing. Carlos Rábago Estela

[redacted]

M. en I. Ambiental

Responsables de la elaboración:

Biól. Adán Oliveras de Ita

[redacted]

Maestro en ciencias

Arq. Luis Gerardo Feijóo Garza

[redacted]

Arquitecto

MVZ Lorena Rábago Estela

[redacted]

Médico Veterinario Zootecnista

Biol. Adriana Garza Rodriguez

[redacted]

Biologo

Lo testado corresponde al domicilio y teléfono datos personales con Fundamento en el Artículo 116, párrafo primero de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública (LGTAIP) y 113, fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública (LFTAIP).



Lo testado corresponde al domicilio y teléfono datos personales con Fundamento en el Artículo 116, párrafo primero de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública (LGTAIP) y 113, fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública (LFTAIP).

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO

CONTENIDO

II. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO 6

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 6

II.1.1 Naturaleza del proyecto 8
II.1.2 Selección del sitio 8
II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización 9
II.1.4 Inversión requerida 11
II.1.5 Dimensiones del proyecto 12
II.1.6 Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias 14
II.1.7 Urbanización del área y descripción de los servicios requeridos 23

II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO 26

II.2.1 Elementos del proyecto 26
II.2.2 Programa general de trabajo 39
II.2.3 Etapa de preparación del sitio y construcción 39
II.2.4 Desmonte y despalme 39
II.2.5 Viales y plataformas 40
II.2.6 Cimentaciones 43
II.2.7 Montaje de torres y aerogeneradores 43
II.2.8 Construcción de subestaciones 46
II.2.9 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto 50
II.2.10 Etapa de operación y mantenimiento 51
II.2.11 Descripción de las obras asociadas al proyecto 54
II.2.12 Etapa de abandono del sitio 54
II.2.13 Utilización de explosivos 58
II.2.14 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera 58
II.2.15 Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos 62

FIGURAS

Figura II—1. Parques eólicos Cerro Iguana I y Cerro Iguana II. 7

Figura II—2. Microlocalización del proyecto. 10

Figura II—3. Arreglo general del proyecto con la ubicación de aerogeneradores y subestación. 13

Figura II—4. Uso de suelo y vegetación dentro del AP según CONABIO. 15

Figura II—5. Uso de suelo y vegetación dentro del AP de acuerdo a trabajos de campo. 17

Figura II—6. Áreas sujetas a cambio de uso de suelo en terrenos forestales dentro del área del proyecto. 20

Figura II—7. Cuencas hidrográficas y cuerpos de agua en la región del proyecto. Se observa el Río Chicapa dentro del Sistema Ambiental definido. 22

Figura II—8. Carretera federal 200 y vías de comunicación. 25

Figura II—9. Vistas de los aerogeneradores GAMESA G114-STD 1 CIII. 27

Figura II—10. Principales componentes de la turbina G114 2MW. 29

Figura II—11. Principales componentes del rotor. 30

Figura II—12. Modelo de palas de aerogeneradores G114-STD 1 CIII GAMESA. 30

Figura II—13. Aerogenerador con torre de 93 m formada por 4 tramos. 31

Figura II—14. Torre de 93 m a utilizar en el proyecto. 32

Figura II—15. Configuración de las plataformas de camino y finales. 34

Figura II—16. Configuración de las plataformas de camino y finales. 35

Figura II—17. Configuración de la sección transversal de los caminos interiores. 42

Figura II—18. Corte de la configuración de plataformas. 42

Figura II—19. Montaje de la torre. 44

Figura II—20. Montaje de la nacelle. 45

Figura II—21. Montaje del rotor. 45

Figura II—22. Instalación del cableado sobre una zanja. 47

Figura II—23. Placa de protección para cableado subterráneo. 48

Figura II—24. Esquema de operación de un parque eólico. 53

TABLAS

Tabla II—1. Coordenadas de referencia de la Central Eólica Cerro Iguana I, en coordenadas UTM*. 11

Tabla II—2. Cuadro resumen de dimensiones del proyecto. 14

Tabla II—3. Usos de suelo y/o vegetación identificados a nivel del Área del Proyecto. 18

Tabla II—4. Superficies de vegetación / usos de suelo, que se afectarán con el desarrollo del proyecto. 18

Tabla II—5. Superficie de ocupación real del proyecto, separada en terrenos forestales y no forestales. 18

Tabla II—6. Principales características técnicas del aerogenerador GAMESA G114. 32

Tabla II—7. Distribución de los aerogeneradores por fila. 34

Tabla II—8. Especificaciones del concreto a utilizar. 35

Tabla II—9. Programa resumido de actividades para la construcción del proyecto. 39

Tabla II—10. Superficies de desmonte y desplante del Proyecto. 40

Tabla II—11. Equipo y maquinaria a ser utilizado. 48

Tabla II—12. Personal a ser utilizado durante las obras. 49

Tabla II—13. Material a ser utilizado durante las obras. 50

Tabla II—14. Generación total de residuos peligrosos durante las obras. 59

Tabla II—15. Generación anual de residuos peligrosos durante operación. 61

Tabla II—16. Cálculo de reducción de emisiones de CO_2 equivalente por año del proyecto. 62

II. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto

Uno de los planteamientos del Plan Nacional de Desarrollo 2013 - 2018 establece el "*abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva*[1]*"* y para lograrlo propone diversas medidas como "*el fortalecer el abastecimiento racional de la energía, así como* ***el aprovechamiento de fuentes renovables***…". A su vez en la Estrategia Nacional de Energía, emitida por la Secretaría de Energía en febrero de 2010, la seguridad energética se definió como "*La satisfacción de las necesidades básicas de la población presente y futura;* ***diversificar la disponibilidad*** *y uso de energéticos, asegurando la infraestructura para un suministro suficiente, confiable, de alta calidad y a precios competitivos*[2]."

El proyecto Central Eólica Cerro Iguana I es un proyecto de generación de energía eléctrica a partir de una fuente renovable, específicamente el viento. Central Eólica de México I, S.A. de C.V. tiene la autorización para el desarrollo de un parque eólico en el municipio de Santo Domingo Ingenio en la zona del Istmo por una capacidad instalada total de 102 MW. El número total de aerogeneradores será de 51. Se construirá así mismo 1 subestación con el objeto de facilitar el porteo y distribución de la energía eléctrica generada.

El polígono del proyecto abarca un total de 1,224.58 Ha todas ellas pertenecientes al Ejido de Santo Domingo Ingenio en el Municipio de Santo Domingo. Dicho municipio a su vez forma parte del Distrito de Juchitán de Zaragoza en el estado de Oaxaca. Es importante mencionar que el mismo desarrollador Central Eólica de México I S.A. DE C.V. construirá otra central eólica (Central Eólica Cerro Iguana II); la cual se ubicará en predios contiguos al presente proyecto y tendrá capacidades similares. Sin embargo dicha central contará en su momento con sus propios permisos y gestiones en materia ambiental por lo que no será objeto de evaluación en el presente documento **(Figura II–1)**.

[1] Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018, Gobierno Federal
[2] Estrategia Nacional de Energía 2013, SENER

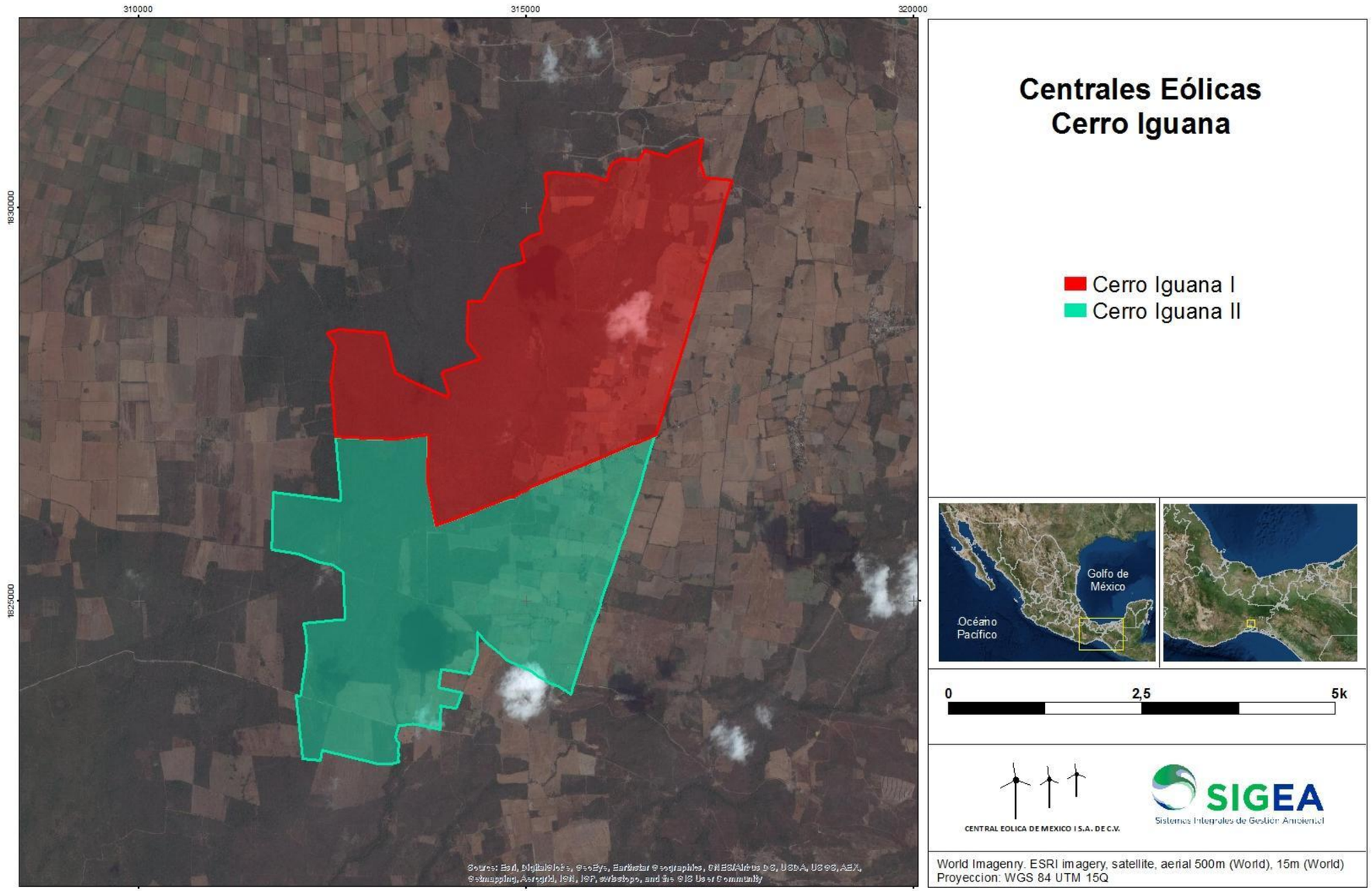


Figura II—1. Parques eólicos Cerro Iguana I y Cerro Iguana II.

II.1.1 Naturaleza del proyecto

La diversificación en las fuentes de generación de energía eléctrica en un país, fortalecen su seguridad energética, promoviendo la competitividad en el sector y ayudando a garantizar el abastecimiento de energía eléctrica. Como parte de esta diversificación muchos países han optado por incluir diversos tipos de energía renovable en sus matrices. Una de las tecnologías para generación de energía renovable que resulta más competitiva y costeable es la energía eólica además de tener un gran potencial. Como consecuencia de ello, la energía eólica junto con la solar son las dos fuentes de energía renovable con mayor crecimiento a nivel mundial.

El viento es un importante recurso que México posee y su potencial energético es del orden de 71 mil megawatts, si se considera sólo el 10% del área total con potencial y factores de planta superiores al 20% mientras que para factores de planta mayores al 30% se estima un potencial de 11 mil megawatts. Por lo favorable de las condiciones, la energía eólica ha tenido un crecimiento vertiginoso ya que en menos de una década ha pasado de una capacidad instalada de apenas 3 MW (en 2005) a una capacidad de un orden de magnitud mayor (Gigawatts). Tan solo durante el periodo 2006-2010 la energía eólica en México presentó un incremento anual de 35.1%[3].

Por sus características particulares el Istmo de Tehuantepec en el Estado de Oaxaca es considerada como una zona importante para la generación de energía eólica, no solamente a nivel nacional sino también mundial.

El proyecto Central Eólica Cerro Iguana I contará con una capacidad instalada de 102 MW distribuidos en un total de 51 aerogeneradores de una potencia nominal de 2 MW cada uno.

II.1.2 Selección del sitio

El polígono que abarca el área del proyecto donde se desarrollarán cada una de las cuatro fases posee las siguientes características:

- Buena disponibilidad de recurso viento.
- Disponibilidad de terrenos.
- Características hidrológicas aceptables para el desarrollo del proyecto.

[3] Informe del Resultado de la Fiscalización Superior de la cuenta Pública 2010

- No está comprendida dentro de las Regiones Terrestres Prioritarias, Regiones Hidrológicas Prioritarias, Regiones Marinas Prioritarias, Áreas Naturales Protegidas o Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)4.
- Existencia de vías de comunicación para acceso al Área del Proyecto.

Central Eólica de México I S.A. DE C.V.se ha dado a la tarea de firmar contratos con cada uno de los dueños de la tierra donde el proyecto tendrá lugar. Debido a que el sitio que encierra al polígono del proyecto se ubica en terrenos ejidales ha sido necesaria la inclusión de los ejidatarios en el proceso. Se han establecido canales de comunicación con la comunidad y se tiene el respaldo total de parte de los ejidatarios para el desarrollo de este proyecto.

Es importante mencionar que actualmente no existen poblaciones dentro del polígono en el que se desarrollará el proyecto.

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

El proyecto se encuentra localizado al sureste del Estado de Oaxaca en el Municipio de Santo Domingo Ingenio en la región sureste del Istmo. Forma parte del Distrito de Juchitán. Por sus condiciones físico-orográficas se convierte en un área óptima para este tipo de aprovechamiento energético.

La superficie total de terrenos comprendidos en el polígono del proyecto (denominado también *Área del Proyecto,* AP) es de 1,224.58 Ha y se encuentran en su totalidad en el Municipio de Santo Domingo Ingenio. El tipo de tenencia de la tierra es ejidal y como se mencionó con anterioridad se cuenta con la anuencia de las autoridades ejidales para el desarrollo del proyecto. En la siguiente figura se incluye un plano con la ubicación del Área del Proyecto (**Figura II—2**).

[4] Ver Sección IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área del proyecto

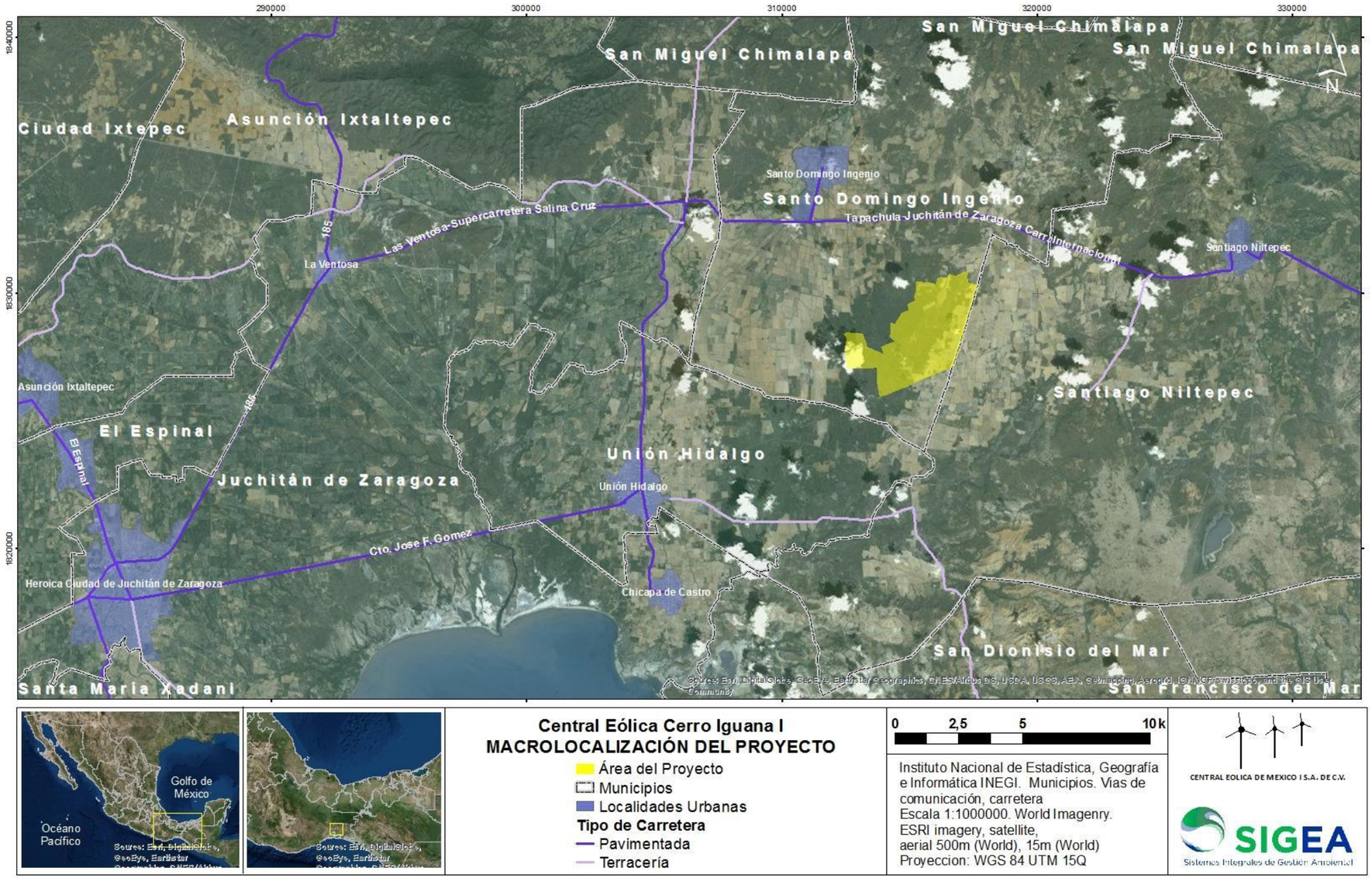


Figura II—2. Microlocalización del proyecto.

El acceso principal a los predios que integran el polígono del proyecto es por la carretera federal N° 200 (Zaragoza Tapachula) ubicada al norte de los mismos. En la siguiente tabla se presentan coordenadas de referencia al interior del polígono del proyecto.

Tabla II—1. Coordenadas de referencia de la Central Eólica Cerro Iguana I, en coordenadas UTM.*

X	Y
317660.63	1830329.07
317276.85	1830853.91
315234.99	1830415.29
314404.70	1828062.87
313166.52	1828389.64
312422.15	1828389.85
312537.42	1827079.93
313733.73	1827109.39
313833.56	1825950.06
316681.92	1827125.12

* Se muestran las coordenadas en la proyección UTM, WGS 1984 para la Zona 15Q.

Las coordenadas que delimitan la poligonal general se encuentran en el **Anexo 4**.

No existen zonas dentro del polígono del proyecto con algún tipo de decreto de Área Natural Protegida de cualquiera de los tres niveles de gobierno (federal, estatal y municipal). Tampoco está dentro de AICAS, o Regiones Terrestres, Marinas o Hidrológicas Prioritarias.

II.1.4 Inversión requerida

La inversión requerida para llevar a cabo esta etapa del proyecto, se estima en $244,800,000 USD (Dólares estadounidenses).

Esto incluye los costos para la aplicación de las medidas de mitigación, los cuales están considerados en las partidas presupuestadas para la obra civil e infraestructuras durante el periodo de construcción y en el presupuesto para operación y mantenimiento durante el periodo de operación.

II.1.5 Dimensiones del proyecto

El proyecto se desarrollará en una superficie de 1,224.58 ha y constará de un total de 51 aerogeneradores marca GAMESA modelo G114-STD 1 CIII (G114) de 2 MW cada uno (ver II.2.1.1), los cuales sumarán una capacidad instalada de 102 MW. Cada aerogenerador tendrá una plataforma de cimentación (ver II.2.1.2) y estarán comunicados mediante viales (caminos interiores, ver II.2.1.3) e interconectados con red de media tensión paralela a los viales (ver II.2.1.4) que conducirá la energía eléctrica a la subestación (ver II.2.1.5). A continuación se presenta el arreglo general del proyecto (**Figura II—3**). En este arreglo se puede apreciar las posiciones de los aerogeneradores y sus plataformas, así como los caminos interiores y la subestación que contempla el proyecto.

Se incluye plano general de proyecto en el **Anexo 7**.

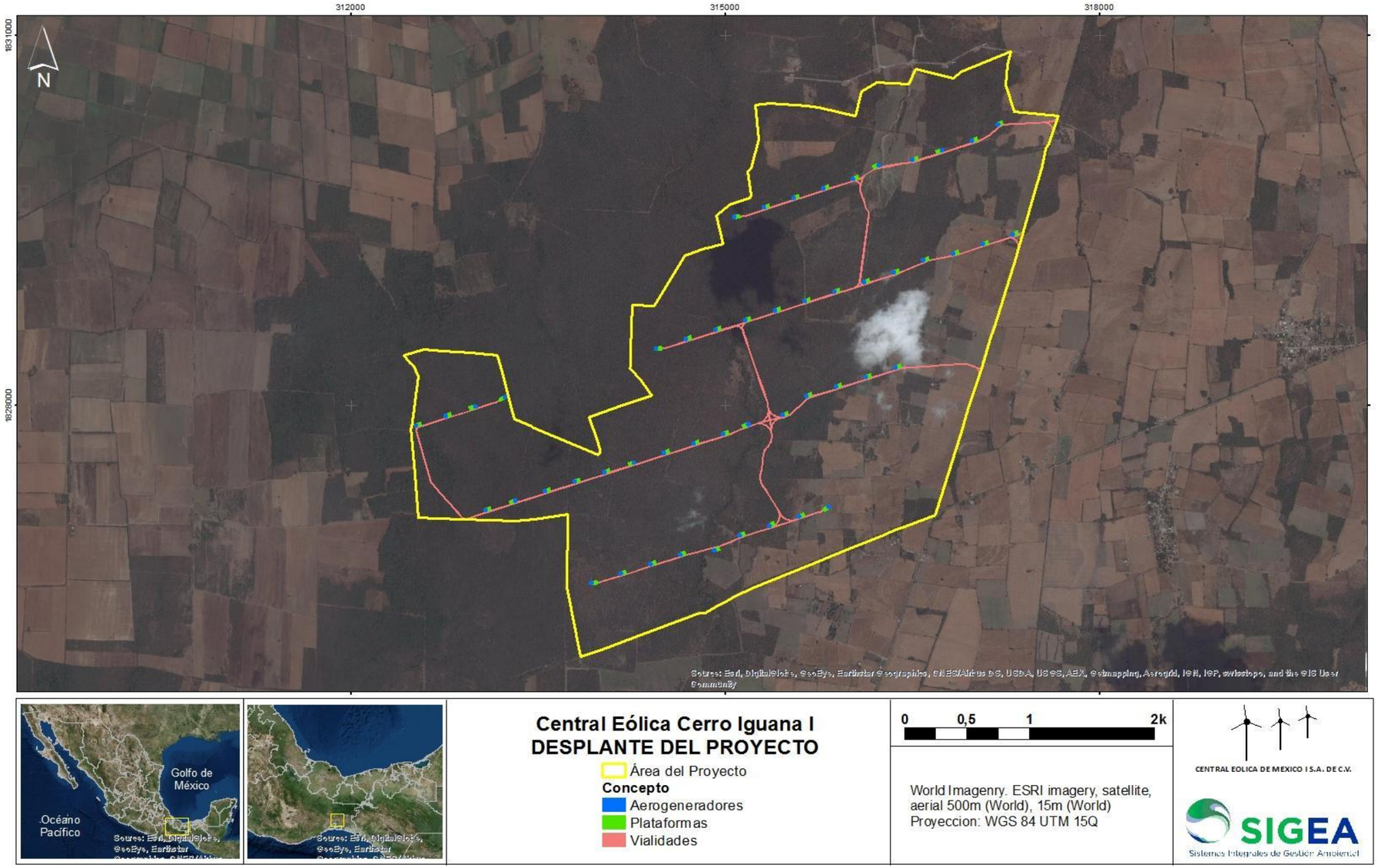


Figura II—3. Arreglo general del proyecto con la ubicación de aerogeneradores y subestación.

El área total de desplante del proyecto es de 23.52 ha; misma que se desglosa en la (**Tabla II–2**) que se presenta a continuación.

Tabla II—2. Cuadro resumen de dimensiones del proyecto.

Concepto	Superficie de ocupación de proyecto total separada por obra (m²)	Superficie de ocupación de proyecto total separada por obra (ha)	Superficie que se sobrelapa con aerogeneradores (m²)	Superficie real de ocupación (m²)	Superficie real de ocupación (ha)	%
Camino interior	137,405.59	13.741	0.00	137,405.59	13.741	58.41
Plataformas	54,680.13	5.468	1,887.39	52,792.74	5.279	22.44
Aerogeneradores	38,549.31	3.855	0.00	38,549.31	3.855	16.39
Subestación	4,000.00	0.400	0.00	4,000.00	0.400	1.70
Campa de acopio	2,500.00	0.250	0.00	2,500.00	0.250	1.06
Totales	**237,135.03**	**23.714**	**1,887.39**	**235,247.64**	**23.52**	**100.00**

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

De acuerdo a la información de CONABIO existen 2 tipos de uso de suelo y vegetación principales dentro del área del proyecto: 1) Manejo agrícola, pecuario y forestal y 2) Selva baja caducifolia y subcaducifolia (**Figura II–4**).

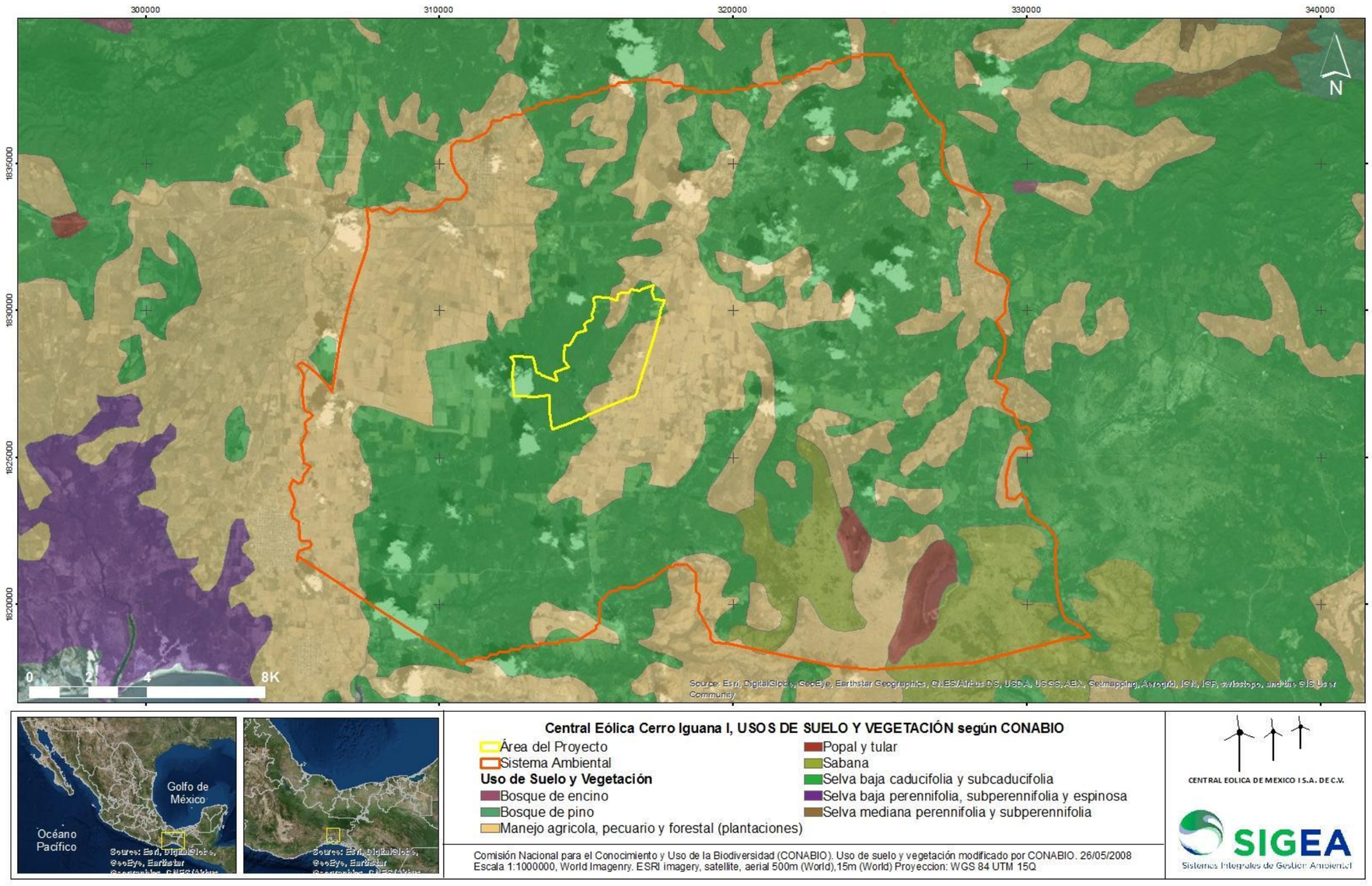


Figura II—4. Uso de suelo y vegetación dentro del AP según CONABIO.

El uso de suelo agrícola, pecuario y forestal está caracterizado principalmente por uso netamente agrícola y pecuario, siendo la agricultura de temporal y la ganadería las actividades productivas más importantes de la zona. El principal cultivo de la región es el sorgo seguido por el maíz. Respecto a la ganadería principalmente se refiere a la cría de bovino y pastoreo de ganado vacuno. El grado de perturbación en esta zona es alto, derivado de las actividades productivas antes mencionadas que se desarrollan en la zona.

Por otro lado respecto a la caracterización de selva baja caducifolia y subcaducifolia cabe destacar que de acuerdo a la carta de Uso de Suelo y Vegetación Modificado por CONABIO este tipo de vegetación equivale aproximadamente a dos tercios de la superficie dentro de la poligonal.

Los inventarios biológicos realizados durante los trabajos de campo para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental permitieron detallar los usos de suelo presentes en el Área de Proyecto (AP) quedando como sigue:

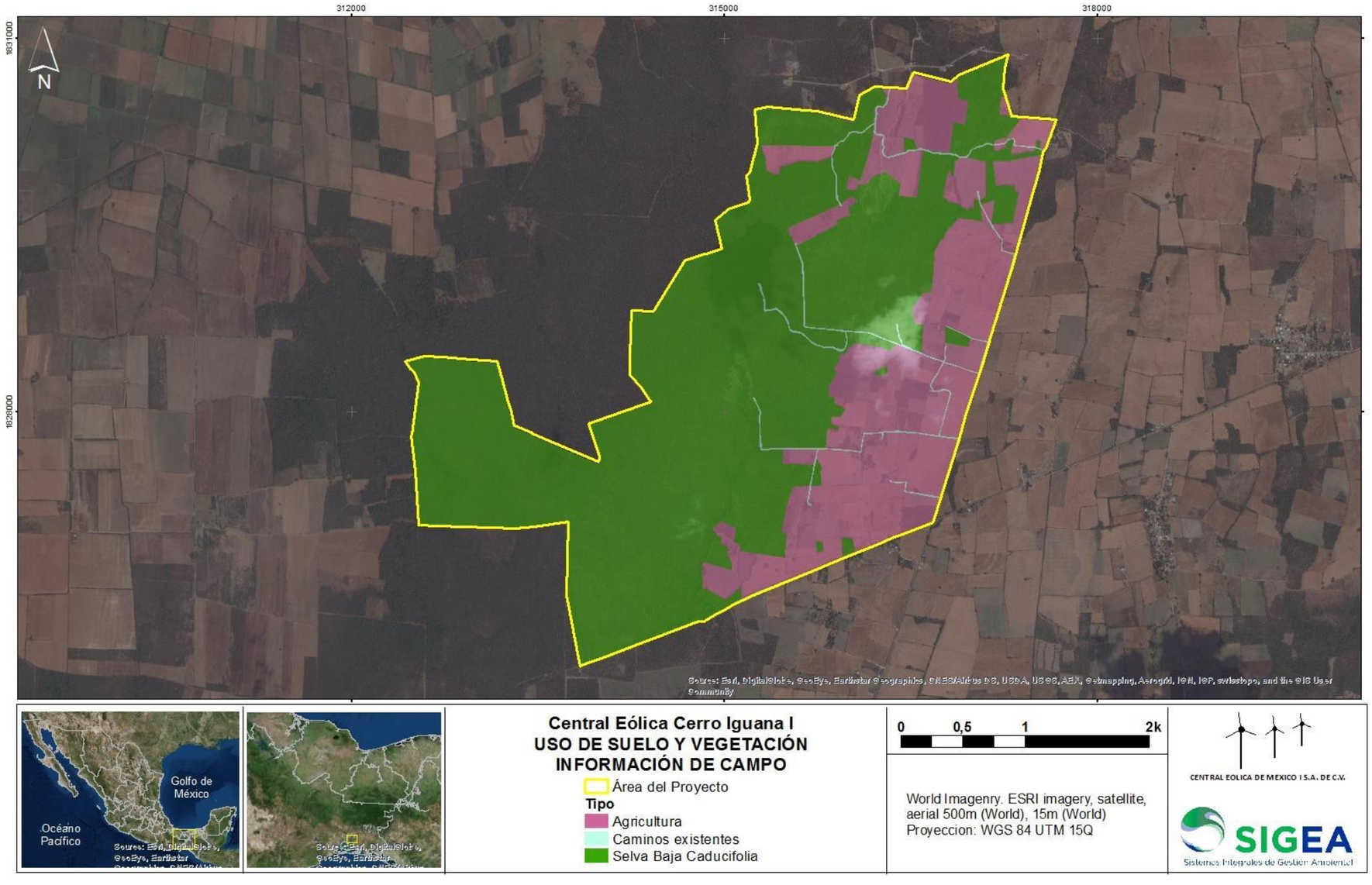


Figura II—5. Uso de suelo y vegetación dentro del AP de acuerdo a trabajos de campo.

Tabla II—3. Usos de suelo y/o vegetación identificados a nivel del Área del Proyecto.

Uso de Suelo y/o Vegetación	Superficie (m²)	Superficie (ha)	%
Selva baja caducifolia	8,620,308.532	862.031	70.39
Agricultura	3,534,080.810	353.408	28.86
Caminos existentes	91,430.200	9.143	0.75
Total	**12,245,819.542**	**1,224.582**	**100.0(**

La (**Tabla II—4**) muestra las superficies por tipo de usos de suelo que se afectarán con las 23.52 ha de superficie de desplante del proyecto.

Tabla II—4. Superficies de vegetación / usos de suelo, que se afectarán con el desarrollo del proyecto.

Uso de Suelo y/o Vegetación	Superficie real de ocupación calculada (m²)	Superficie de ocupación por el proyecto (m²)	Superficie de ocupación por el proyecto (ha)	%	% del área de ocupación con respecto al AP
Selva Baja Caducifolia	185,025.61	185,025.61	18.503	78.65	0.773
Agricultura	49,214.14	49,214.14	4.921	20.92	0.206
Caminos existentes	1,007.89	1,007.89	0.101	0.43	0.004
Totales	**235,247.64**	**235,247.64**	**23.52**	**100.00**	**0.983**

La (**Tabla II–5**) muestra la superficie de desplante del proyecto en relación a su emplazamiento en terrenos forestales o no forestales.

Tabla II—5. Superficie de ocupación real del proyecto, separada en terrenos forestales y no forestales.

Uso de Suelo	Superficie (m²)	Superficie (ha)	%
Forestal	185,025.61	18.503	78.65
No Forestal	50,222.03	5.022	21.35
Totales	**235,247.64**	**23.525**	**100.0(**

En la siguiente figura se muestran las áreas sujetas a desmonte y por tanto a Cambio de Uso de Suelo el Terrenos Forestales (CUSTF). Así mismo en el **Anexo 6** se incluyen los cuadros de construcción en coordenadas UTM de las superficies sujetas a CUSTF.

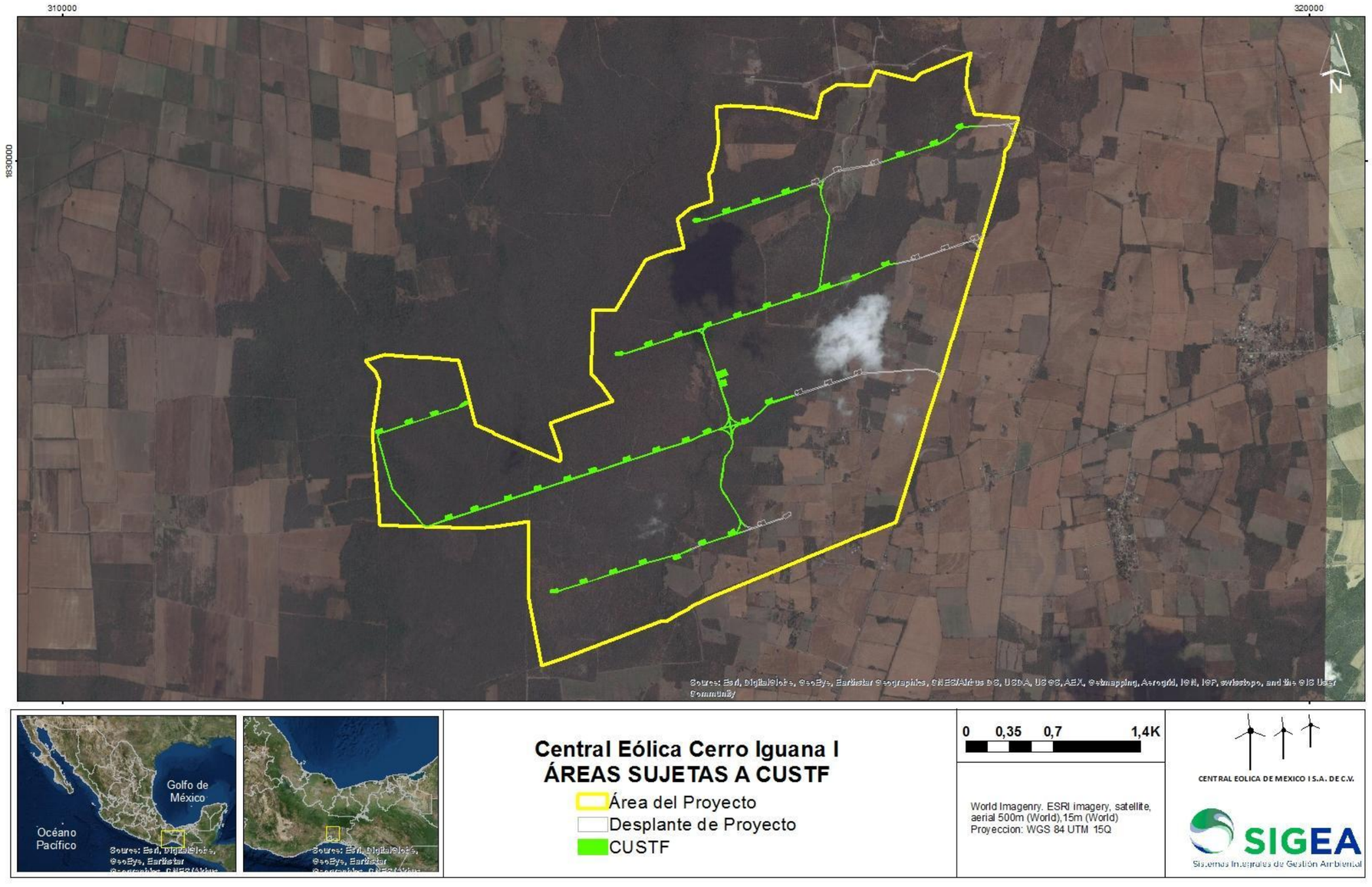


Figura II—6. Áreas sujetas a cambio de uso de suelo en terrenos forestales dentro del área del proyecto.

Con respecto a la presencia de cuerpos de agua (lagos, lagunas, presas, etc.), al interior del área del proyecto existen escurrimientos superficiales intermitentes que confluyen en el río cazadero. Tanto el Área del Proyecto como el Sistema Ambiental que fue definido (*Ver capítulo IV*) se ubican dentro de la cuenca hidrográfica denominada "Tehuantepec". No existen tampoco ríos perennes al interior del proyecto Central Eólica Cerro Iguana I. En los límites del sistema ambiental también se encuentran los ríos Espíritu Santo (al oeste) y Niltepec (al este). En el sistema ambiental los escurrimientos predominantes son de norte a sur provenientes de la región montañosa y desembocando en la Laguna Superior (**Figura II—7**).

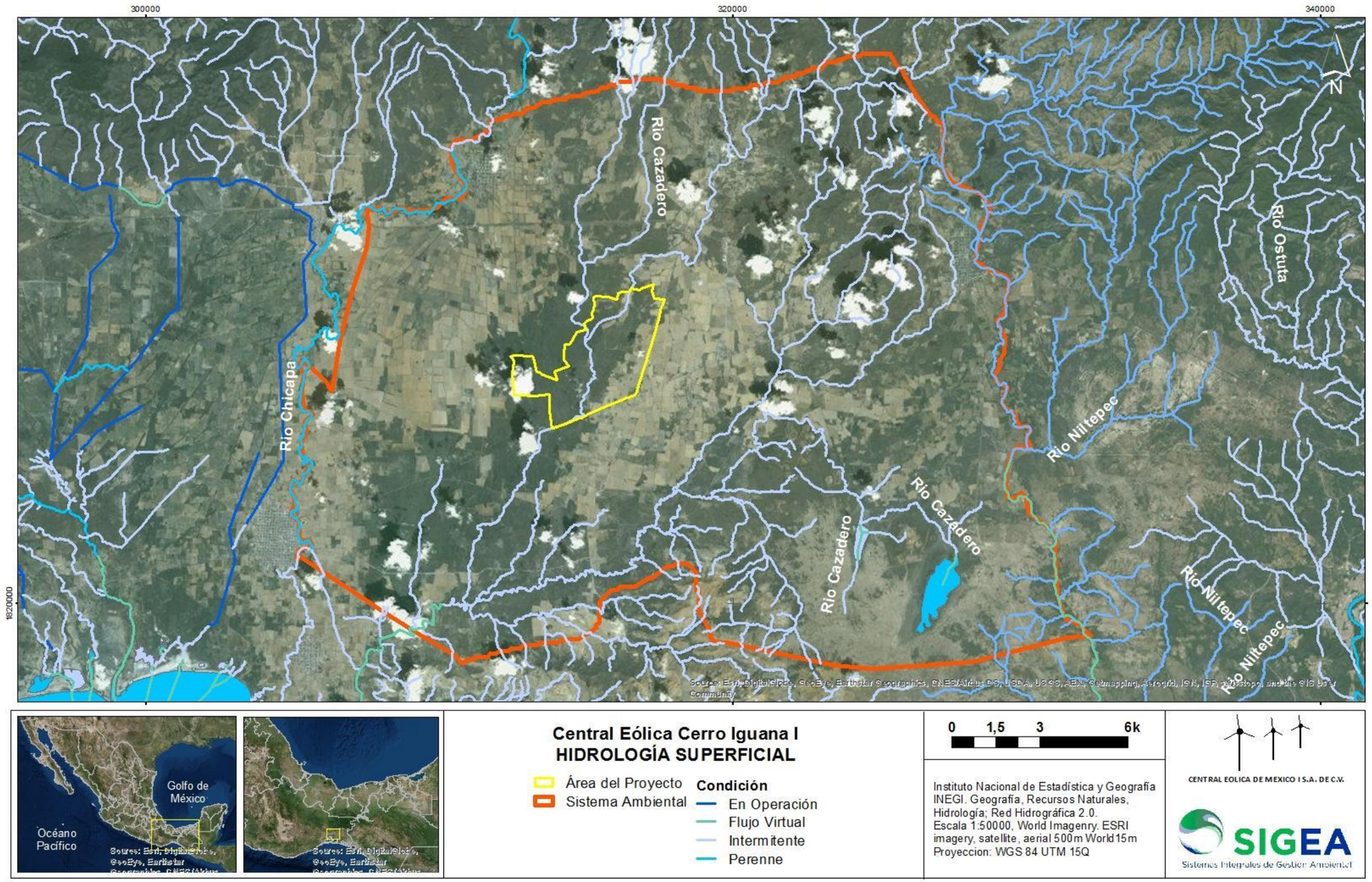


Figura II—7. Cuencas hidrográficas y cuerpos de agua en la región del proyecto. Se observa el Río Chicapa dentro del Sistema Ambiental definido.

Dentro del Área del Proyecto también existen varios canales pertenecientes al Distrito de Riego No 19, de ancho variable y un escurrimiento de carácter temporal que únicamente funciona como drenaje de la zona en caso de lluvias.

II.1.7 Urbanización del área y descripción de los servicios requeridos

La agricultura y la ganadería constituyen las principales actividades económicas de la zona del proyecto Central Eólica Cerro Iguana I. Las tierras en las que se establecerá el proyecto son netamente rurales, y en ellas se ha desarrollado por décadas la ganadería y el cultivo de sorgo principalmente y maíz en menor grado. La ganadería existente es principalmente de ganado vacuno la cual se desarrolla incluso en las zonas de vegetación conservada.

En las inmediaciones del polígono hay 16 cabañas de las cuales 12 se encuentran habitadas o en uso. Ninguna de estas edificaciones será afectada por el proyecto. Como se mencionó anteriormente no hay planes futuros de urbanización de ésta área del municipio.

Dentro del Área del Proyecto no existe ningún tipo de infraestructura de servicios. Por ser tierras agrícolas la única infraestructura existente son caminos vecinales que dan acceso a las parcelas y canales de riego o drenes pequeños. Como parte del proyecto será necesario ampliar algunos de los caminos ya existentes para la etapa de construcción además de abrir algunos nuevos viales a los aerogeneradores así como los tendidos de las líneas de conducción. Esto con la finalidad del movimiento de maquinaria principalmente y demás vehículos de obra (grúas, trascabos, etc.). Se utilizarán en la medida de lo posible los caminos ya existentes haciendo las modificaciones y adaptaciones necesarias y únicamente se construirán nuevos viales en donde sea estrictamente necesario.

La infraestructura temporal de obra que se va a colocar para la construcción del proyecto será ubicada en 1 campamento de obra que incluirá campers, almacenes de materiales, zona de mantenimiento de maquinaria y estacionamiento. La ubicación del almacén de materiales será dinámica y se utilizarán las plataformas de montaje para no provocar mayor afectación.

Vías de Comunicación

El proyecto se encuentra debidamente comunicado por la carretera federal 200 (**Figura II—8**) misma que va de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca a Tapachula, Chiapas. El trazado de esta carretera se ubica al norte de la Central Eólica Cerro Iguana I. Existen algunos caminos en el

interior de la poligonal y sus alrededores, mismos que serán habilitados y utilizados en su mayoría para las obras de ingeniería del proyecto.

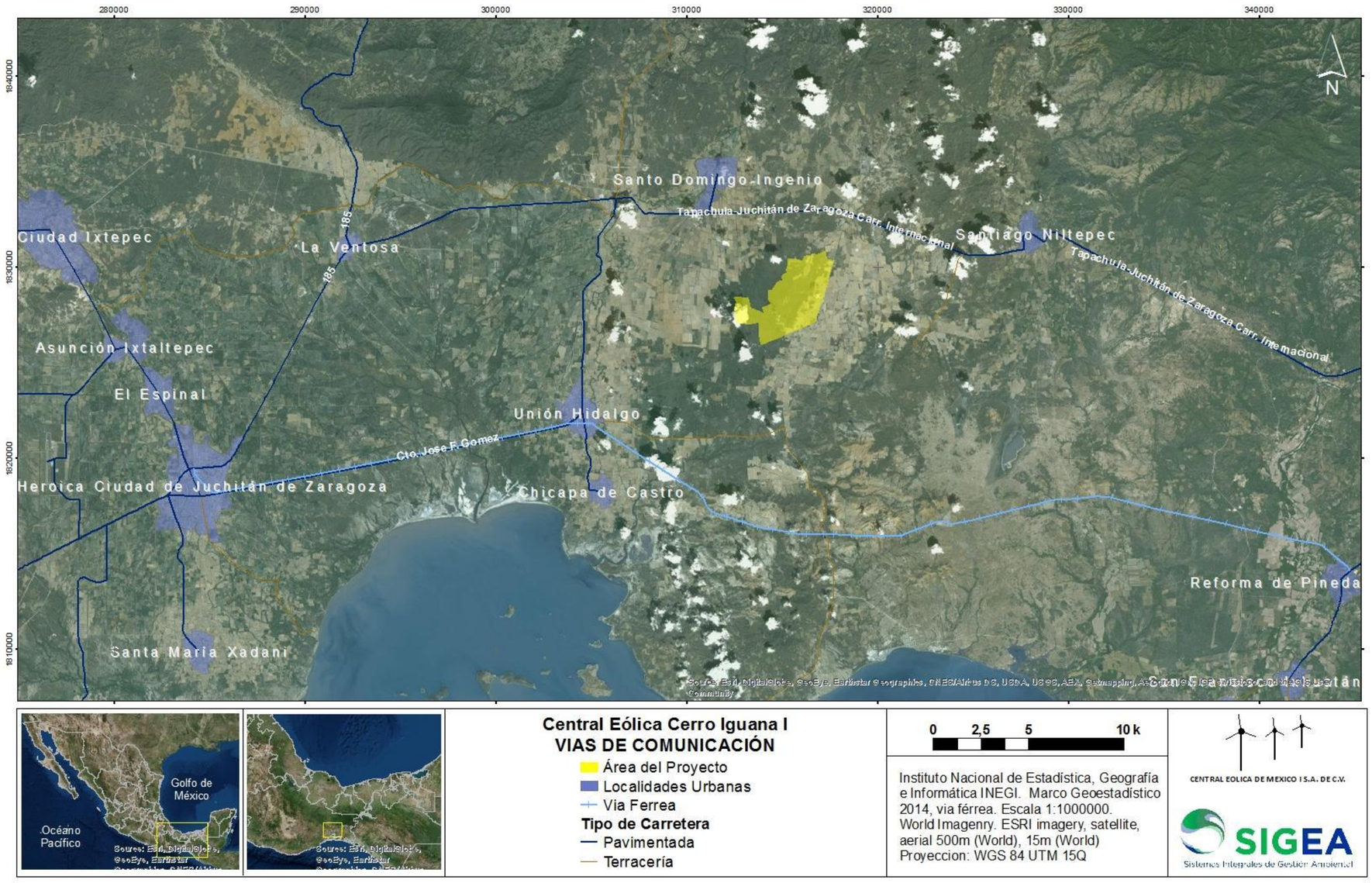


Figura II—8. Carretera federal 200 y vías de comunicación.

II.2 Características particulares del proyecto

II.2.1 Elementos del proyecto

El proyecto Central Eólica Cerro Iguana I contará con una capacidad instalada de 102 MW distribuidos en un total de 51 aerogeneradores de una potencia nominal de 2 MW cada uno.

A continuación se enlistan cada uno de los elementos principales que conforman este proyecto así como una breve descripción de cada uno de ellos.

II.2.1.1 Aerogeneradores y torres

La Central Eólica Cerro Iguana I es un proyecto de generación eléctrica a partir del viento. Consta de una total de 51 aerogeneradores marca GAMESA modelo G114-STD 1 CIII de 2 MW cada uno (ver Plano General del proyecto en **Anexo 7**), los cuales sumarán una capacidad instalada de 102 MW. Los aerogeneradores son del tipo de rotor tripala a barlovento. Cada aerogenerador cuenta con su respectiva torre de 93 m de altura conformada por 4 secciones como se pueden apreciar en los siguientes esquemas de vistas frontal y lateral de los aerogeneradores (**Figura II—9**).

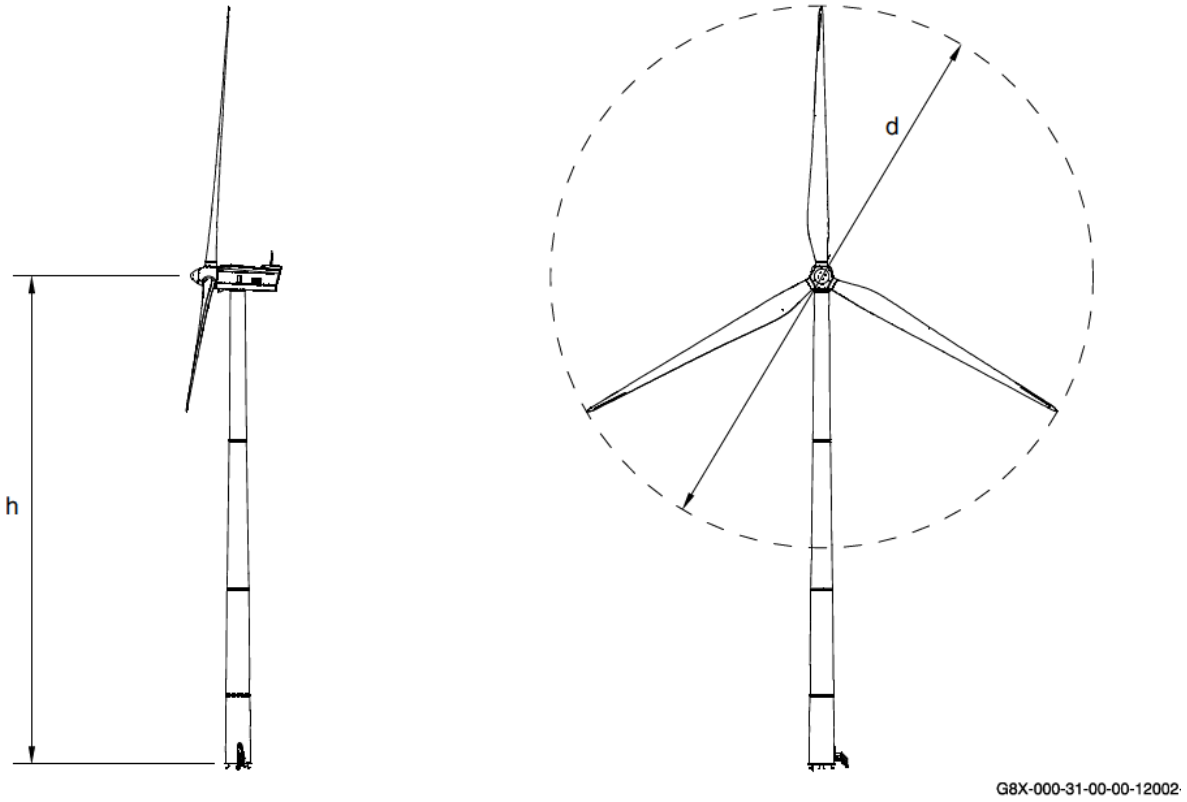


Figura II—9. Vistas de los aerogeneradores GAMESA G114-STD 1 CIII.

Los aerogeneradores GAMESA modelo G114-STD 1 CIII están regulados por un sistema de cambio de paso independiente en cada pala y cuentan con un sistema de orientación activo, y poseen una tecnología de paso y velocidad variable para maximizar la energía producida. Esta es una turbina que posibilita índices más competitivos de inversión por MW instalado y de coste por energía producida alcanzando el máximo rendimiento en todo tipo de emplazamientos. Tienen una potencia de salida máxima de 2,000 kW y con un giro dextrógiro.

El aerogenerador posee una carcasa de resina con refuerzo de fibra de vidrio para dar protección a los componentes internos del aerogenerador, por su parte el bastidor se encarga de soportar los elementos de la góndola y transmitir las cargas hasta la torre a través del cojinete del sistema de orientación.

La transmisión del par motor que provoca el viento sobre el rotor hasta la multiplicadora se realiza a través del eje principal. El eje se une al buje mediante una brida atornillada y está apoyado

sobre 2 rodamientos alojados en soportes fundidos. La unión con la entrada de baja velocidad de la multiplicadora se consigue con un collarín cónico de apriete que transmite el par por fricción.

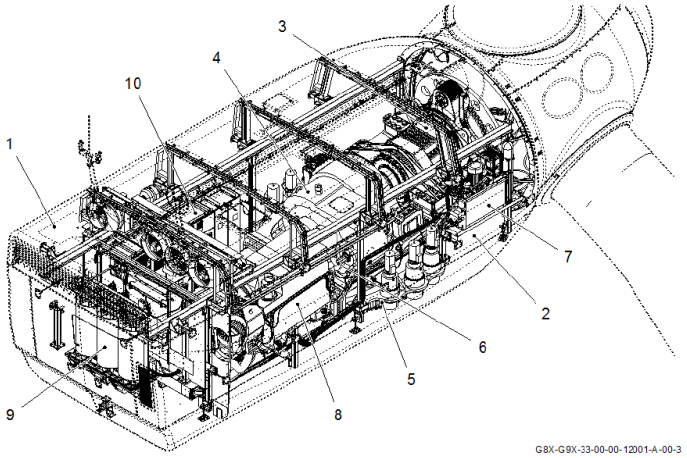
A través de la multiplicadora la potencia del eje principal es transmitida al generador la cual gracias a su diseño dentado permite obtener una máxima eficiencia así como bajos niveles de ruido y vibraciones. La multiplicadora tiene un sistema de lubricación principal con sistema de filtrado asociado a su eje de alta velocidad.

El giro de la góndola alrededor del eje de la torre se da por medio del sistema de orientación **Gamesa Active Yaw**, el cual es accionado en base a la información recibida de los anemómetros y veletas colocados en la parte superior de la góndola. Tiene un sistema de freno principal de tipo aerodinámico el cual se ubica en cada una de las palas. El freno mecánico por su parte lo compone un freno de disco que se activa de forma hidráulica la salida del eje de alta velocidad de la multiplicadora.

El grupo o sistema hidráulico proporciona aceite presurizado a los 3 actuadores independientes de cambio de paso, al freno mecánico del eje de alta velocidad y al sistema de freno del sistema de orientación, mientras que por medio del sistema *fail-safe* se asegura que el nivel de presión de aceite sea el adecuado en caso de ausencia de corriente para activar los cilindros de cambio de paso de las palas, el freno de disco y el freno del sistema de orientación llevando al aerogenerador a un modo seguro.

El generador es de tipo asíncrono doblemente alimentado con 4 polos, rotor bobinado y anillos rozantes. Su refrigeración es por medio de un intercambiador aire-aire. El sistema de control permite trabajarlo a velocidad variable mediante el control de la frecuencia de las intensidades del rotor. El transformador por su parte es de tipo trifásico, seco[5] encapsulado y permite diferentes opciones de tensión de salida entre 6.6 kV y 35 kV[6]. El soporte físico del sistema eléctrico se ubica en tres armarios diferentes: *TOP, GROUND* y *HUB* situados en la góndola en la base de la torre y en la parte giratoria del aerogenerador respectivamente. La siguiente figura muestra un esquema de los elementos anteriormente descritos (**Figura II—10**).

[5] Al ser de tipo seco el riesgo de incendio es mínimo
[6] Para el caso del proyecto éste será de 35 kV



Posición	Denominación
1	Carcasa
2	Bastidor
3	Eje principal
4	Multiplicadora
5	Sistema de orientación
6	Freno mecánico
7	Grupo hidráulico
8	Generador
9	Transformador
10	Armarios eléctricos

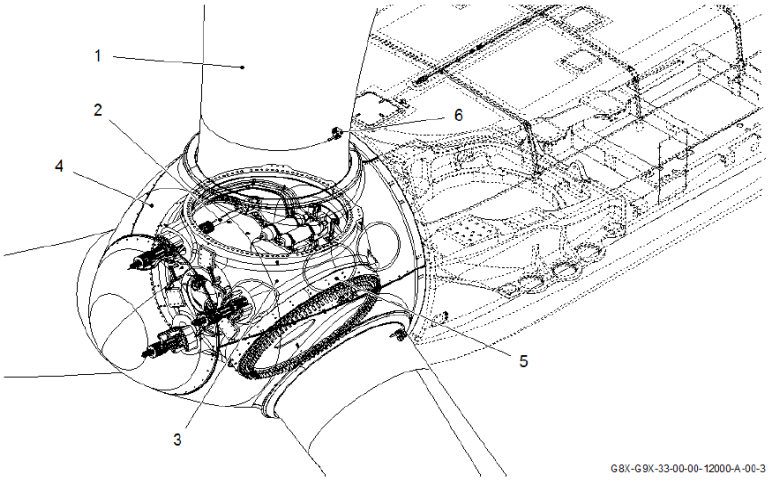
Figura II—10. Principales componentes de la turbina G114 2MW.

Cuenta además con un rotor tripala de 114 m de diámetro. Estas palas están unidas a un buje mediante rodamientos de pala que permiten el movimiento de cambio de paso. El área de barrido es de 10,207.00 m^2. Pernos tensionados unen la pala a la pista interior de del rodamiento, lo que facilita su inspección y desmontaje.

El buje está fabricado en fundición nodular el cual está protegido por un cono que se atornilla en la parte frontal y está diseñado para permitir el acceso al buje para labores de mantenimiento. Se une a la pista exterior de los tres rodamientos de pala y al eje principal mediante uniones atornilladas. Posee una abertura en la parte frontal que permite el acceso al interior para realizar inspecciones y mantenimiento tanto de la hidráulica del sistema de cambio de paso como del par de apriete de los tornillos de las palas.

Cada pala posee un sistema hidráulico de cambio de paso con una capacidad de giro de -5° a 87° los cuales actúan cuando la velocidad del viento es inferior o superior a la nominal del ángulo

de paso. Dispone a su vez de un sistema de protección contra rayos[7] a través del cual se conduce el rayo desde el receptor hasta la raíz de pala donde es transmitido al aerogenerador para ser descargado a tierra. Con este sistema se evita que el rayo pase a través de componentes sensibles dentro del aerogenerador. A continuación se presenta un esquema de los principales componentes de las turbinas modelo G114-STD 1 CIII (**Figura II—11**).



Posición	Denominación
1	Pala
2	Sistema de cambio de paso
3	Buje
4	Cono
5	Rodamiento de pala
6	Transmisor de rayos

Figura II—11. Principales componentes del rotor.

El largo de cada pala es de 56 m de longitud, el cual es el más largo para este modelo de aerogenerador. Estas están fabricadas de fibra de vidrio y pre impregnados haciéndolas más ligeras. En el esquema inferior se pueden apreciar los diversos modelos de pala para este aerogenerador. A continuación se muestra un esquema de las palas a ser utilizadas por el proyecto (**Figura II—12**).

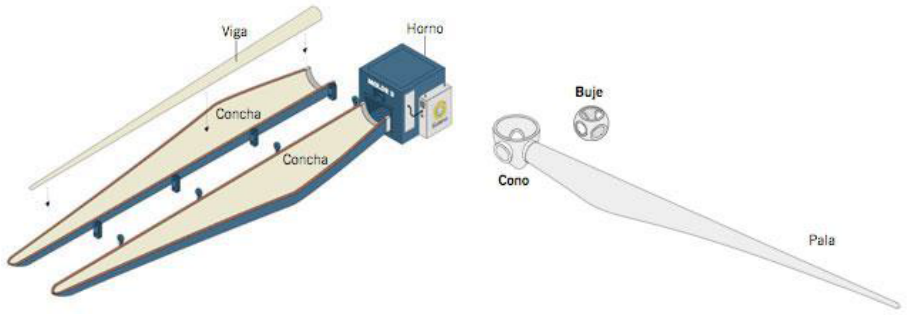


Figura II—12. Modelo de palas de aerogeneradores G114-STD 1 CIII GAMESA.

[7] Según sistema de protección máximo clase I de acuerdo a la norma IEC 62305 considerando especificaciones de las normas IEC 61024-1 e IEC61024

Una torre troncocónica tubular de acero de 93 m de altura compuesta por cuatro secciones sustenta el aerogenerador con las palas. En la **Figura II—13** se puede apreciar un esquema del aerogenerador con la torre vista de frente con el diámetro de las palas y el movimiento dextrógiro de las mismas.

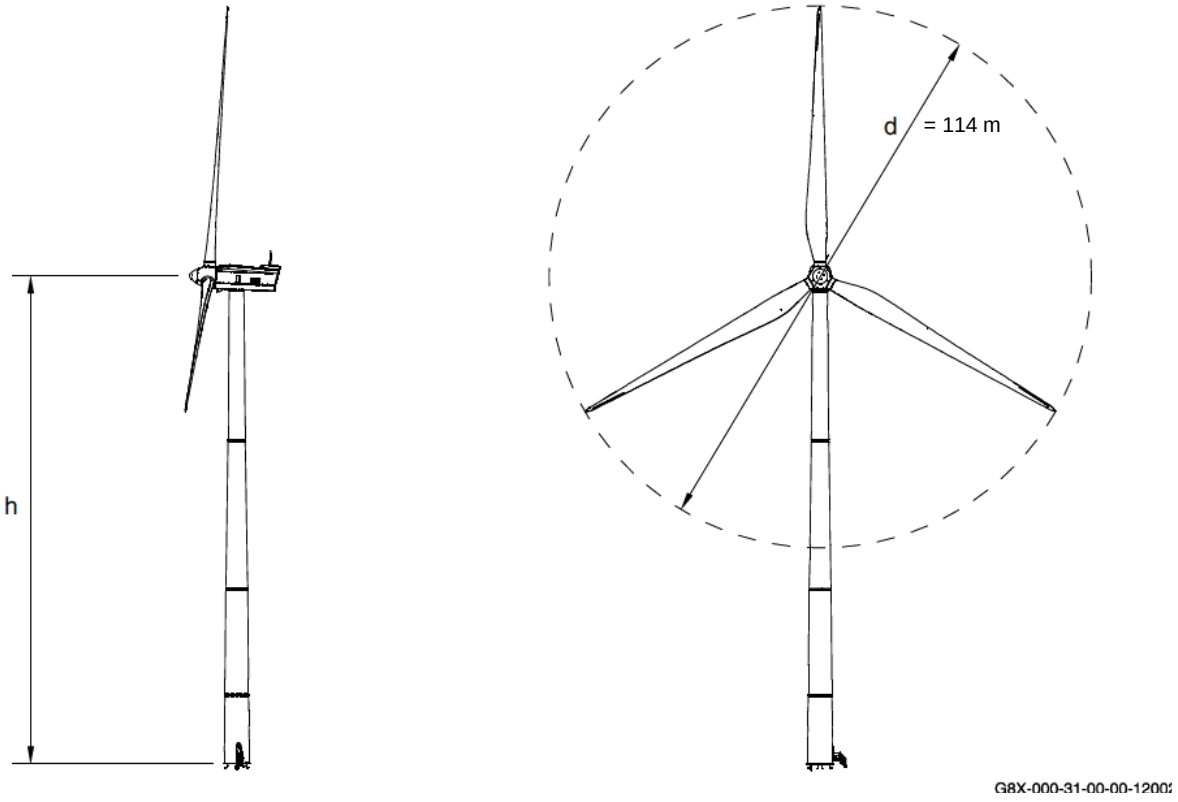


Figura II—13. Aerogenerador con torre de 93 m formada por 4 tramos.

En la **Figura II—14** a continuación se muestra la torre de 93 m a ser utilizada en el proyecto Central Eólica Cerro Iguana I la cual está compuesta por 4 secciones diferentes.

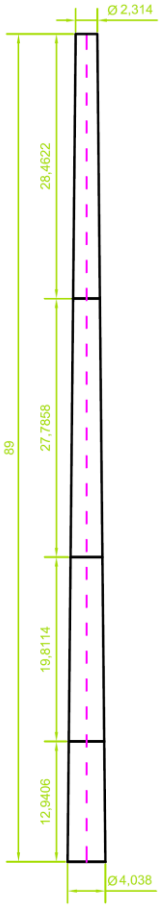


Figura II—14. Torre de 93 m a utilizar en el proyecto.

El siguiente cuadro resume la información de los aerogeneradores a ser utilizados en el proyecto Central Eólica Cerro Iguana I (**Tabla II—6**).

Tabla II—6. Principales características técnicas del aerogenerador GAMESA G114.

Elemento	G114-STD 1 CIII, 2.0 MW	
Características Técnicas		
Rotor	Diámetro	114 m
	Área de barrido	10,207.00 m^2
	Velocidad de giro	7.8-14.8 rpm
	Sentido de giro	Reloj (vista frontal)
	Peso (Incl. Buje)	69 T aprox.

Elemento	G114-STD 1 CIII, 2.0 MW	
Palas	Unidades	3
	Longitud	56 m
	Material	Material compuesto de fibra de vidrio infusionado en resina epoxy.
Torre	Altura	93 m
	Secciones	4
	Peso	203 T
Multiplicador	Tipo	1 Etapa planetaria / 2 Etapas ejes paralelos
	Radio	1:128,5 (50 Hz)
Generador	Tipo	Generador doblemente alimentado
	Potencia Nominal	2,0 MW
	Tensión	690 V AC
	Frecuencia	50/60 Hz.
	Clase de protección	IP 54
	Factor de potencia	0,95
Características comerciales		
Condiciones ambientales		Rango -20ºC a +40ºC
Ruido estándar		104,5 dBA
Factor de potencia		0,95
Tensión de parque		Potencia 2350 kVA
		Tensión 20,0 kV
		Cos phi 0.95

Otras características a resaltar de este aerogenerador es que cuenta con versiones capaces de funcionar en redes de 50 y 60 Hz, además de estar diseñados para operar a temperaturas ambientales exteriores en el rango de -20ºC a +40ºC y humedad relativa del 95% (operando de manera continua) y del 100% en periodos de tiempo inferiores al 10% del tiempo de funcionamiento.

Las coordenadas específicas de la posición de cada aerogenerador aparecen en el cuadro del **Anexo 5** (Coordenadas de posición de aerogeneradores). Los 51 aerogeneradores que conforman la Central Eólica Cerro Iguana I se disponen en 4 filas con diferente número de generadores cada una conforme lo que se muestra en la (**Tabla II—7**)

Tabla II—7. Distribución de los aerogeneradores por fila.

Aerogeneradores totales	Fila	Aerogeneradores	Nomenclatura
51	1	10	B01-B10
	2	17	B11-B27
	3	15	B28- B42
	4	9	B43-B51

II.2.1.2 Plataformas y Cimentaciones

Cada aerogenerador contará con una plataforma adyacente a la torre la cual será utilizada para acopio de los elementos a ensamblar del aerogenerador así como para operaciones de grúa en el montaje del aerogenerador y para mantenimientos durante la operación del parque. Las dimensiones de estas plataformas serán de 30 m x 35 m (ver planos en **Anexo 9**). Estas podrán ser de plataformas de camino o plataformas finales. Las plataformas de camino se ubicarán a lo largo de cada línea mientras que las plataformas finales estarán ubicadas al final de cada una de las líneas. Las configuraciones de las plataformas se pueden apreciar en la siguiente figura (**Figura II—15**).

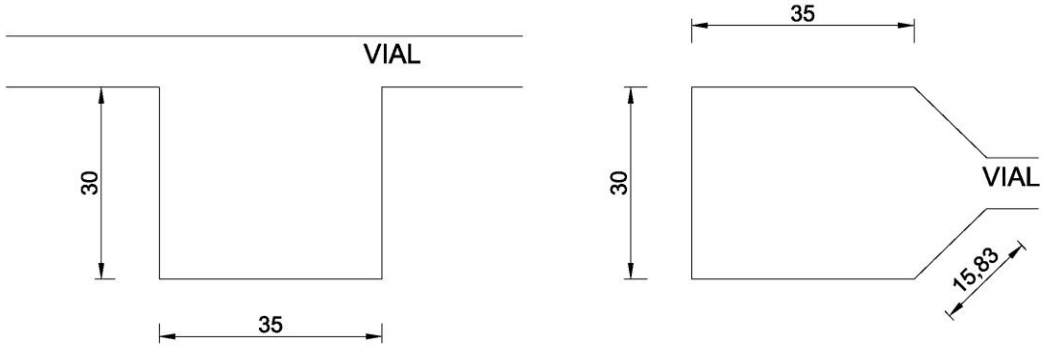


Figura II—15. Configuración de las plataformas de camino y finales.

Las cimentaciones estándar son del tipo losa de concreto armado con acero y son calculadas tomando en cuenta las cargas certificadas del aerogenerador y considerando un terreno estándar. Según las características particulares del terreno en donde se ubicará cada aerogenerador junto con los datos de viento se seleccionará la cimentación más adecuada. La cimentación de cada aerogenerador tendrá un cierto traslape con la plataforma adyacente (**Figura II—16**).

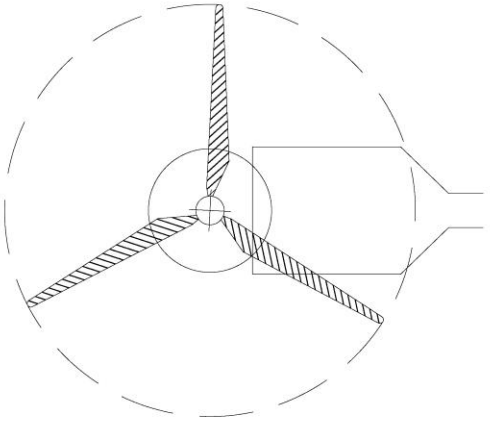


Figura II—16. Configuración de las plataformas de camino y finales.

La conformación de la cimentación estándar será de zapata circular con un diámetro de 22 m y será de concreto armado. La brida de anclaje se ubicará a un radio de 4.40 m del centro de la cimentación. Al interior de la brida se ubicarán los conductos para los cables de potencia así como la posición para el controlador de tierra. La cimentación tendrá una profundidad de 4.05 m

Cada cimentación estándar requerirá de un volumen de concreto de 668 m^3 y de 39 m^3 de concreto de limpieza. Las características del concreto a utilizarse deberán tener al menos las siguientes características (Ver **Tabla II—8**).

Tabla II—8. Especificaciones del concreto a utilizar.

Tipo	Especificaciones
En cimentación	C 30/37 f´c = 300 kg/cm^2
En pedestal	C 40/50 f´c = 400 kg/cm^2
De limpieza	C 20/25 f´c = 200 kg/cm^2
Tamaño máximo del árido	20 mm

Tipo	Especificaciones
Tipo de cemento	*CPP / CPEG / CPC*
Recubrimiento general	50 mm
Nota: Clase exposición tipo *C* según NTCEC (Distrito Federal)	

II.2.1.3 Viales

Los caminos interiores o viales se consideran parte inseparable del proyecto ya que estos permitirán no solo la construcción sino la operación misma del parque. El proyecto contempla un total de 137,405.59 m^2 de caminos interiores. La mayor parte de los caminos interiores serán nuevos, sin embargo se utilizará en la medida de lo posible los caminos ya existentes haciendo las modificaciones y adaptaciones necesarias.

Los viales deberán ser abiertos a 10 m de ancho con el fin de facilitar el libre tránsito de maquinaria y equipo durante la etapa de preparación del sitio y construcción sin embargo el ancho final de rodamiento será de 6 m de corona y 8 m a los pateos de talud. Los caminos interiores estarán conformados por una capa base de 20 cm de espesor y capa subbase de 50 cm de espesor.

En el **Anexo 8** se presenta el plano "Ingeniería básica de viales" que muestra el trazo geométrico de todos los caminos interiores que forman parte proyecto, así como su nomenclatura, ejes de trazo y cadenamientos. En el mismo **Anexo 8** se presenta el cuadro de coordenadas del eje de trazo de cada camino, con puntos de cadenamiento a cada 20 m y puntos de cadenamiento sobre curva a cada 20 m, siguiendo la misma nomenclatura del plano de viales.

II.2.1.4 Red de media tensión

Se pondrá una red de media tensión la cual tendrá una frecuencia de 60 Hz a 35 kV. Los aerogeneradores producirán corriente a 690 V/AC y contarán con un transformador en la base que elevará el voltaje a media tensión para que sean conectados a dicha red. La red de distribución subterránea interconectará a todos los aerogeneradores del parque conduciendo la energía hacia la subestación. La red se ubicará a 3 m de distancia de la cimentación de cada torre, a una profundidad de 1 m.

Los trabajos de excavación de la zanja deben estar de acuerdo con el tendido del cable y por ello los trabajos preparatorios para la excavación deberán realizarse simultáneamente con la preparación del cable para su tendido. Esto se hace en lugares donde el terreno es flojo y se azolva la zanja fácilmente, o en lugares con mucho tránsito, en donde no es posible dejar abierta la zanja por mucho tiempo.

El proyecto no contempla la línea de transmisión para desalojo de la alta tensión del parque ya que no se cuenta con el trazo definitivo y será manejado y gestionado como un proyecto independiente.

II.2.1.5 Subestación

La subestación tendrá una de una superficie de 4,000 m^2. Ésta elevará de 35 kV a 235 kVA y contará con los siguientes elementos los cuales tienen las funciones a continuación descritas:

- Barras de recepción de energía con interruptores y seccionadores:

  Elemento físico de un patio de conexiones que representa el nodo del sistema, es decir, el punto de conexión en donde se unen eléctricamente todos los circuitos que hacen parte de un determinado patio de conexiones.

- Transformadores de corriente e instrumento:

  Los primeros sirven para cambiar el voltaje en un sistema eléctrico aumentándolo o disminuyéndolo, mientras que los de instrumento se utilizan para alimentación del equipo de medición, control y protección.

- Bobinas de bloqueo:

  Las bobinas de bloqueo se conectan en serie con la línea, entre el punto de conexión de la señal y la subestación. El objeto es limitar la atenuación de la señal o bloquearla a su entrada en la subestación.

- Cuchillas fusibles, desconectoras y de prueba:

  La función general de las cuchillas es el de ser elementos de conexión y desconexión de circuitos.

- Interruptor de potencia:

  Sirven para irrumpir la corriente extinguiendo el arco que se genera al separarse los contactos.

- Restaurador:

  Permite la continuidad del servicio, sirve para protección en las redes de distribución.

- Capacitores de acoplamiento:

  Son los encargados de permitir el paso de una señal y al mismo tiempo bloquear el voltaje de directa.

- Condensadores:

  Son los encargados de almacenar energía.

- Para rayos:

  Su función es proteger el equipo de las descargas eléctricas en tormentas.

Sobre la plancha de la subestaciones se van a construir el cuarto de control, un almacén de refacciones y un almacén de residuos peligrosos los cuales estarán de manera contigua

II.2.1.6 Instalaciones de control

Cada aerogenerador estará equipado con los sistemas que le permitan operar en forma continua y segura; así como parar y arrancar en forma independiente. Dicho sistema de control y supervisión individual debidamente protegido y aislado, lo cual asegura un control, tanto local como remoto de cada turbina de viento, es decir que cada aerogenerador tendrá sus propios sistemas de control y protección, incluyendo la medición de la energía producida.

La producción de todo el proyecto en general será supervisada y controlada desde el Centro de Control (el cual estará ubicado en la subestación). Así mismo dentro de las inmediaciones del campamento habrá una oficina para el personal en sitio. Las oficinas administrativas se ubicarán junto al cuarto de control y tendrán las características de comodidad y funcionalidad para alojar a los operadores de la planta. Se contempla la instalación de dos almacenes, uno de ellos para las

refacciones y herramientas del proyecto y uno más para almacenar temporalmente residuos peligrosos ambos ubicados en la subestación.

También se contará con puestos de vigilancia o garitas las cuales estarán distribuidas en puntos estratégicos a lo largo de la superficie del polígono. El propósito de estos puestos de vigilancia como su nombre lo indica será el de supervisar los aerogeneradores y demás instalaciones del proyecto para su correcto funcionamiento y por motivos de seguridad.

II.2.2 Programa general de trabajo

Los trabajos requeridos para la realización del proyecto abarcan un total de 39 meses. De estos 24 meses serán para definir el proyecto ejecutivo y realizar los trámites correspondientes para obtener todas las autorizaciones necesarias para el proyecto y 15 meses para las actividades propias de la obra.

Tabla II—9. Programa resumido de actividades para la construcción del proyecto.

Actividades	Semestre						
	1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*
Preliminares (diseño ejecutivo, autorizaciones y licencias)							
Construcción							

El calendario detallado de actividades se presenta en el **Anexo 10**.

II.2.3 Etapa de preparación del sitio y construcción

A continuación se presentan las principales actividades que componen las obras del parque eólico y finalmente se presentan los requerimientos de equipo, personal e insumos.

II.2.4 Desmonte y despalme

Las actividades propias de preparación del terreno consistirán principalmente en despalme y remoción estrictamente necesaria de la vegetación existente, es decir únicamente aquella que interfiera para la realización de las obras. Las áreas a sufrir estos procesos se enlistan a continuación de acuerdo a la siguiente distribución de vegetación:

Tabla II—10. Superficies de desmonte y desplante del Proyecto.

Uso de Suelo y/o Vegetación	Superficie de ocupación por el proyecto (m²)	ha	% del área de ocupación con respecto al AP
Agrícola	49,214.13	4.92	0.401
Selva Baja Caducifolia	185,025.61	18.50	1.511
Caminos existentes	1,007.9	0.10	0.008
Totales superficie a afectar	**235,247.64**	**23.52**	**1.920**
Total poligonal de proyecto (AP)	**12,245,819.54**	**1,224.58**	**100**

Por su parte los despalmes consistirán en la remoción del material sobre la superficie del terreno con el fin de evitar la mezcla del material de las terracerías con materia orgánica o con depósitos de material no utilizable. Una vez que el terreno ha sido sometido al proceso de despalme se procede a la nivelación del mismo.

II.2.5 Viales y plataformas

Una vez concluidos los trabajos de desmonte y despalme se procederá a nivelar las áreas del terreno que lo requieran. Se deberán mejorar los caminos ya existentes que comuniquen los aerogeneradores, así mismo se abrirán nuevos viales en aquellos lugares en donde no hay caminos o veredas previamente trazadas. Los viales serán abiertos a 10 m de ancho por necesidades de construcción para la circulación de la grúas de montaje. Todos los viales deberán tener estas dimensiones para lograr que puedan circular sin problema las grúas y equipos principales que serán transportados al parque eólico.

Al finalizar las obras, los viales quedarán de 6 m de ancho de corona y los cuatro metros restantes serán ocupados por los taludes del vial y por la red de media tensión (por debajo enterrados a un lado del vial).

Los viales se conformarán de la siguiente forma:

- **Base:** se conformará por una capa de grava artificial de 20 cm de espesor que deberá cumplir con la siguiente normativa:

    a. Calidad del material y requisitos de granulometría NCMT 4 02 002/4
    b. Grado de compactación M MMP 04 01 011 no siendo inferior al 98% del OPM
    c. Ejecución N CTR CAR 1 04 002 y N LEG 3
    d. Control y aseguramiento de la calidad M CAL 1 02
    e. Métodos de muestreo y prueba de Materiales M MMP 4 01 001

- **Subbase:** Estará compuesta por una capa de material seleccionado de 50cm de espesor y deberá cumplir con la siguiente normativa:

    a. Calidad de material y requisitos de granulometría N CMT 01 03/02
    b. Grado de compactación M MMP 1 10 no siendo inferior al 95% del OPM
    c. Ejecución N CTR CAR 1 01 009/11 y N LEG 3
    d. Control y aseguramiento de la calidad M CAL 1 01 y N CAL 2 05 001
    e. Métodos de muestreo y prueba de materiales M MMP 1 01/03

- **Geomalla:** Se conforma por dos capas de geotextil de tipo HP 570 con anclaje de los extremos laterales de la geomembrana inferior en la primera tongada del material. La bicapa de geotextil deberá ser de acuerdo a alguna de las siguientes dos opciones:

    a. Opción 1: zonas inferior y superior geotextil tipo HP 570
    b. Opción 2: zona inferior geotextil tipo HP 570 y zona superior geomalla biaxial BXG11

- **Espaldones de arcilla:** Estos tendrán el mismo talud que la capa de subbase (3:2)

Por su parte la estabilización con cal viva anteriormente mencionada la cual se realizará posterior a un desbroce en el terreno a tratar deberá cumplir con la siguiente normativa:

a. N CMT 4 03 001/02
b. Procedimiento de ejecución de las muestras M MMP 4 02 012
c. Método de muestreo M MMP 4 02 001

- **Cal viva:** será utilizada para estabilizar el terreno. La dosificación será entre 3 y 5%, previo a un desbroce en el terreno a tratar.

A continuación se presenta un esquema de la conformación de las vialidades (Ver **Figura II—17**)

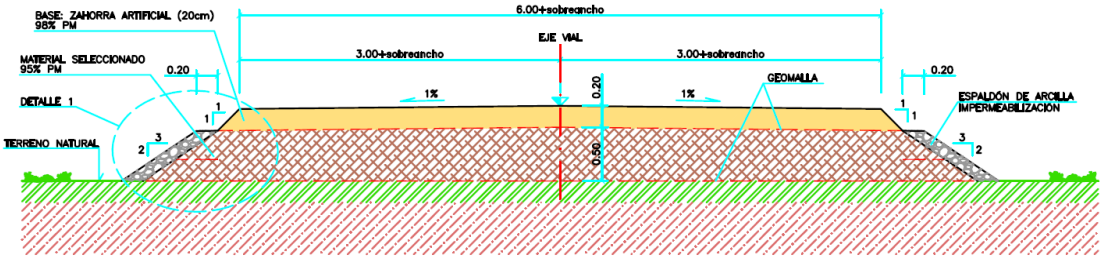


Figura II—17. Configuración de la sección transversal de los caminos interiores.

En caso de que los viales atraviesen algún escurrimiento perene o temporal, se construirá la obra hidráulica que permita el libre flujo de la escorrentía sin alterar su sección hidráulica.

Las plataformas por su parte como se mencionó anteriormente tendrán una dimensión de 30 x 35 m y serán de dos tipos: de camino y finales. La configuración de los materiales será igual a aquella de las vialidades. A continuación se muestra un esquema de cómo quedará la conformación de las plataformas (**Figura II—18**).

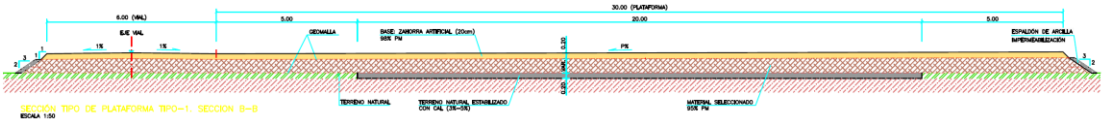


Figura II—18. Corte de la configuración de plataformas.

El máximo peso que soportarán los viales y plataformas corresponde a la grúa de 500 toneladas, que pesa 135 toneladas. Dispone de 8 ejes, con lo que el reparto de toneladas por eje da una presión de 40 kg/cm^2, que es lo que debe ser capaz de soportar el vial. Si bien el peso de la grúa es a priori el elemento más desfavorable para dimensionar el vial, 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, sobre todo en el transporte de la nacelle, cuyo peso total junto con el equipo de transporte es de casi 150 toneladas.

II.2.6 Cimentaciones

Se hará una excavación de 31.10 m de diámetro en la base y 4.05 m de profundidad con taludes 1:1. El talud de excavación se adaptará en función de las condiciones del suelo local en cada cimentación previa aprobación por parte de la dirección facultativa.

Se deberá prestar especial atención a la adecuada puesta en obra y vibrado para lo cual se deberán utilizar vibradores mecánicos de concreto en las zonas críticas y particularmente en toda la zona situada por encima y por debajo de la brida inferior del anclaje.

Se armará el acero de refuerzo y se colará el concreto de resistencia de 300 kg/cm^2 posteriormente. El concreto en el primer 0.5 m de la zapata y 0.30 m encima de la placa de anclaje inferior será de consistencia fluida, hasta cubrir el emparrillado inferior y parte de las armaduras de refuerzo inferior de las barras de la conexión a la torre, es decir hasta el comienzo del canto variable. En la parte superior la consistencia será más plástica. La compactación se hará con cuidado y lentamente, para por un lado conseguir la compactación correcta y por otro la pendiente sin que discurra el concreto. Para ello será necesario encontrar el punto adecuado en el que el concreto comienza a fraguar y tenga consistencia menos fluida.

Cada zapata demandará un volumen de concreto de 668 m^3. Durante la excavación serán removidos 2,289m^3 de suelo de los cuales casi el 70% (1,582 m^3) serán reutilizados para relleno de la excavación de cimentación. Únicamente habrá un excedente de poco más de 700 m^3 de tierra en la excavación de cada plataforma los cuales serán donados a los ejidatarios. La densidad del relleno deberá ser igual o superior a 16 KN/m^3. La base de la excavación deberá ser rociada con agua y bien compactada antes de disponer el concreto de limpieza.

II.2.7 Montaje de torres y aerogeneradores

A continuación se esquematiza el procedimiento de montaje de las torres y los aerogeneradores (**Figuras II—19 a II—21**):

1. Montaje de la torre

Los tramos de torre se colocan uno encima de otro mediante grúas de celosía. Éstas pueden ser de oruga o de gatos hidráulicos. Una vez colocados los tramos el personal de campo une y ensambla las piezas. La unión de las piezas se realiza mediante el uso de tornillos.

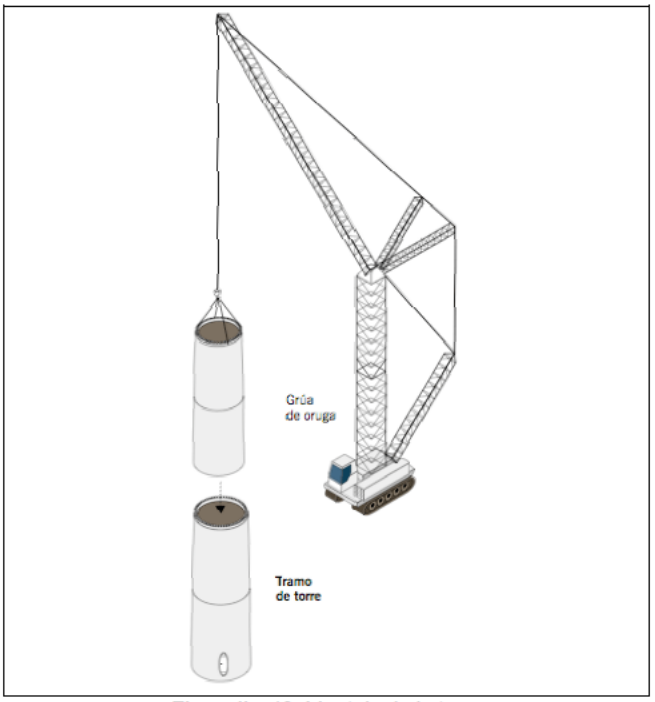


Figura II—19. Montaje de la torre.

2. Montaje de la nacelle

Una vez montada la torre se procede a la instalación de la nacelle, la cual se acopla al último tramo de la torre. En paralelo al montaje del aerogenerador se procede a la conexión eléctrica de todos los componentes.

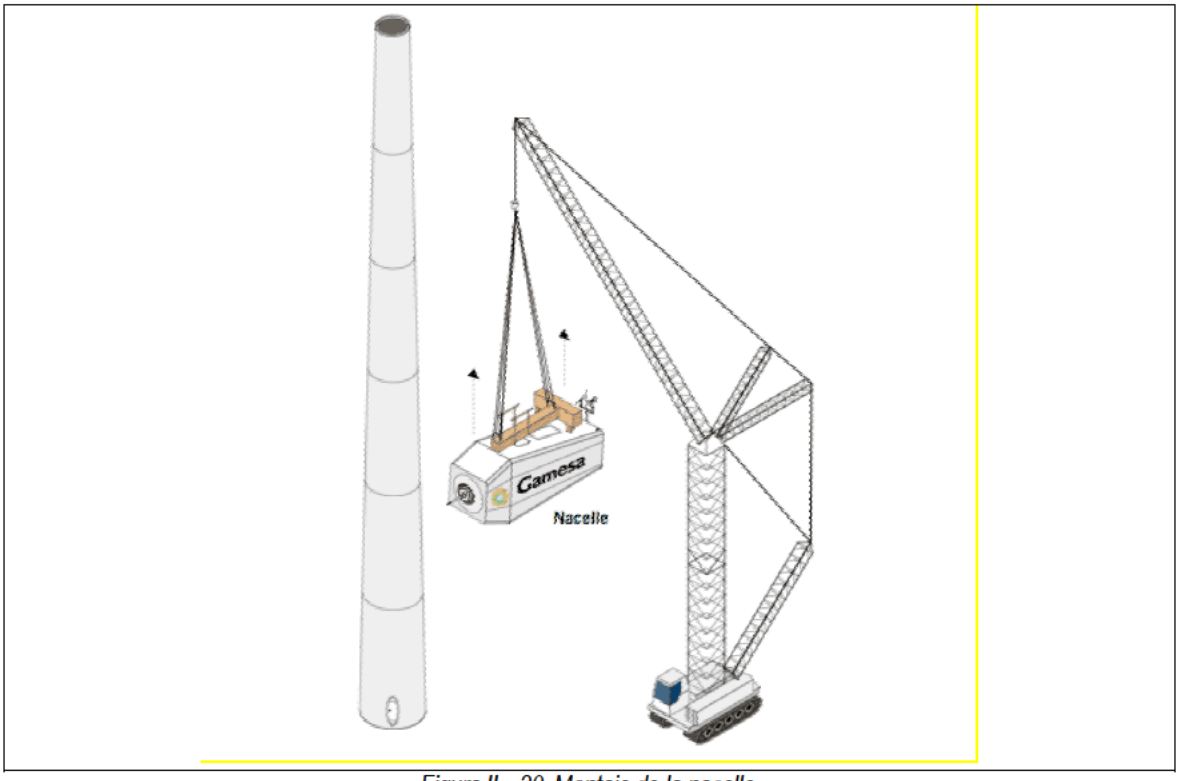


Figura II—20. Montaje de la nacelle.

3. Montaje del rotor

El montaje puede realizarse en tierra horizontalmente, acoplando las tres palas al buje. Una vez que la nacelle está instalada, se suben el buje y el cono con las palas mediante grúa y se acoplan a la nacelle.

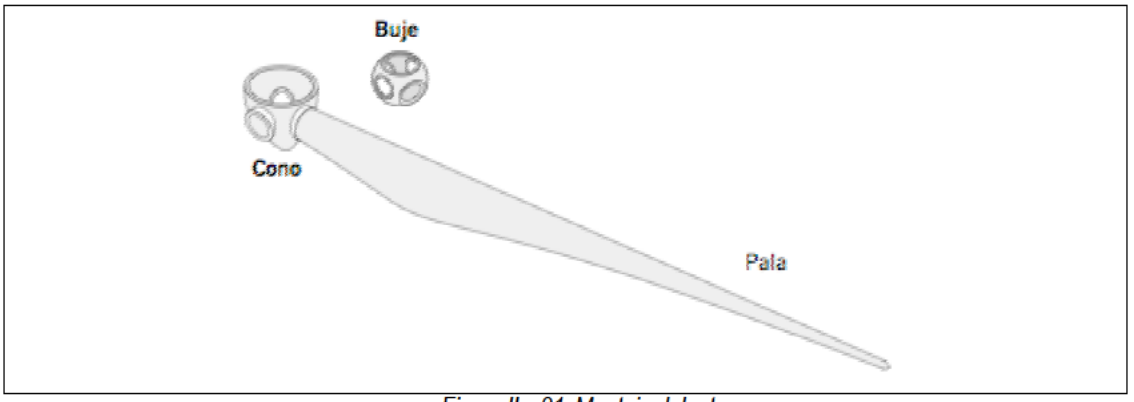


Figura II—21. Montaje del rotor.

II.2.8 Construcción de subestaciones

La energía producida en el parque eólico por los aerogeneradores deberá ser transformada, para lo que se contempla construir una subestación de 35/235 kV. Para ello se deberá preparar el terreno mediante despalme y nivelaciones. Debido al peso de los equipos y estructuras a instalar en ella, la subestación sólo requiere una plancha de concreto armado para recibir las cargas estructurales. Sobre esta plancha de concreto se instalarán los equipos y se construirá el cuarto de control y las oficinas. Posteriormente una vez que la obra civil haya culminado se revisan las conexiones. Se construye una barda perimetral para protección e iluminación para las instalaciones. La energía eléctrica la proporcionará el proyecto.

Es importante mencionar que sobre el terreno en el que se construya la subestación también se localizarán los siguientes cuartos: almacén de residuos peligrosos, almacén general (o bodega) y cuarto de control/oficinas administrativas.

A un costado de la subestación se instalará la campa de acopio que será utilizada durante la construcción del parque eólico. Dentro de éste polígono se instalarán oficinas y bodegas temporales para el desarrollo de los trabajos técnicos en el aspecto de planeación, construcción y control de las obras, el personal administrativo también tendrá su espacio en estas oficinas, llevando el control financiero de las obras.

II.2.8.1 Red eléctrica

La excavación de la zanja con equipo mecanizado en áreas urbanas o industriales, se limita a una profundidad de 40 cm para evitar dañar otras instalaciones subterráneas, se continúa la excavación con pala hasta tener la profundidad recomendada, teniendo cuidado de no dañar las instalaciones en operación. La profundidad mínima deberá ser de 1 m y el ancho variará de acuerdo con el número de cables a instalar con un ancho mínimo de 0.5 m. Si la ruta de la instalación pasa a través de calles, deben colocarse ductos de asbesto cemento o PVC para este propósito, embebidos en concreto; y si estos cruces tienen tráfico pesado, será necesario colocar una losa de concreto armada sobre los ductos. La colocación de los ductos en los cruces de calles deberá hacerse con anticipación. También es recomendable colocar por lo menos un ducto extra, que servirá como reserva para futuras instalaciones.

Cuando exista la posibilidad de derrumbes en las zanjas debido a la profundidad o a las condiciones del terreno será necesario troquelar con madera las zonas peligrosas para protección

del personal. Cuando ha sido alcanzada la profundidad de la zanja indicada en el proyecto, se limpiará bien el fondo de tal manera que quede libre de piedras, palos o cualquier objeto que pueda dañar el cable durante el relleno y compactación final, el lecho de la zanja deberá quedar perfectamente nivelado y compactado, lo cual se puede obtener utilizando pisón o vibradores.

En algunos casos es necesario colocar una capa de arena convencional o de baja resistividad térmica, la cual servirá como colchón al cable y además para mejorar la disposición térmica. Con el fin de minimizar al máximo el impacto sobre el terreno, las zanjas seguirán la misma traza de la vialidad existente.

Una vez terminada la zanja se procede a seleccionar la longitud de cables en los carretes, para determinar el lugar en el que quedará instalado. El tendido de cable se hace depositándolo directamente sobre la zanja desde el carrete el cual es soportado y transportado desde la plataforma de un camión.

El tendido del cable en la zanja desde un vehículo en movimiento es posible cuando la zanja no se cruza con otras construcciones, bajo las cuales debe tenderse el cable, y no existan obstáculos para el desplazamiento del vehículo a lo largo de la trayectoria.

El carrete se coloca en una base desenrolladora, la cual se encuentra en la plataforma de un vehículo o en un remolque desenrollador móvil, y el tendido se efectúa desenrollando el cable a mano, estando dos personas en el carrete controlando la velocidad y otros más guiando y depositando el cable en la zanja (ver **Figura II—22**).

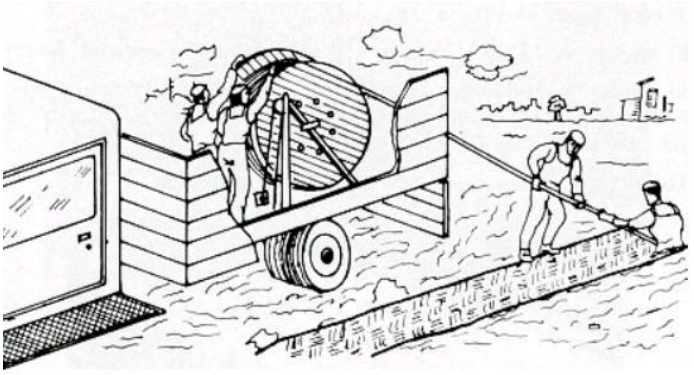


Figura II—22. Instalación del cableado sobre una zanja.

Una vez instalado y acomodado el cable se coloca una segunda capa de arena fina de 10 cm de espesor sobre el cable compactándola lo mejor posible. Arriba de esta capa de arena se coloca señalización en forma de una placa de plástico libre de halógenos para la protección de cables enterrados en zanjas para redes subterráneas.

Las placas de protección y señalización están diseñadas y han de ser instaladas de tal manera que se consiga una protección del conjunto de cables en toda su extensión tanto longitudinal como transversalmente. Dichas placas tienen la ventaja de que pueden ser ensambladas en sus extremos y con remaches en los laterales, son de color amarillo lo que facilita su localización y se colocan directamente sobre el relleno de arena que cubre el cableado. A continuación se presenta una figura de dichas placas de protección las cuales pueden ser ensambladas en sus extremos y con remaches en los laterales.

- Las placas de protección cubre cables son de color amarillo para facilitar su localización
- Las placas se colocan directamente sobre el relleno de arena que cubre el cableado.



Figura II—23. Placa de protección para cableado subterráneo.

El resto de la zanja se rellena posteriormente con tierra hasta la superficie y se colocan mojoneras las cuales señalan en trazo del cableado.

II.2.8.2 Equipo y maquinaria que será utilizado

El equipo a utilizar durante la etapa de preparación del sitio y construcción de la planta eoloeléctrica se enlista a continuación:

Tabla II—11. Equipo y maquinaria a ser utilizado.

Maquinaria y/o equipo	Cantidad
Planta dosificadora de concreto	1
Cargador frontal	8
Retroexcavadora	8

Maquinaria y/o equipo	Cantidad
Moto conformadora	2
Compactadora	4
Vibrador	40
Soldadora	16
Grúa principal de cadena de 500 ton	2
Grúa de retenida de 80 ton	4
Plantas de generación a diesel	4

Se vigilará que el mantenimiento y condiciones de operación de los equipos, sean de acuerdo a los manuales de funcionamiento respectivos.

II.2.8.3 Personal a ser utilizado

Para la realización de los trabajos se requerirá la intervención del siguiente personal:

Tabla II—12. Personal a ser utilizado durante las obras.

Tipo de empleo	Tipo de contratación (temporal o permanente)	Número de trabajadores
Superintendente	Permanente	1
Residente	Permanente	8
Topógrafo	Permanente	10
Operadores de maquinaría	Permanente	40
Administración	Permanente	10
Obreros	Permanente	150
Técnicos especialistas	Temporal	25

II.2.8.4 Requerimiento de material

El material extraído de las excavaciones que requiera la obra, será utilizado para el establecimiento de capas de base y sub base para el acondicionamiento de los viales interiores del proyecto. Estos viales tienen como función principal el facilitar las actividades de colocación y elevado de torres o aerogeneradores, así como su posterior mantenimiento una vez que estos entren en operación.

Tabla II—13. Material a ser utilizado durante las obras.

Material	Unidad	Cantidad
Concreto	m^3	34,068.00
Aerogeneradores.	Pza.	51
Cable	m	13,740.55
Material de banco	m^3	150,197.55
Geotextiles	m^2	274,811.16

II.2.8.5 Requerimientos de energía

El suministro de la energía eléctrica para la operación de los equipos que la requieran y el alumbrado para la realización de las obras se suministrará a través de plantas de generación de energía eléctrica operadas por diesel.

II.2.8.6 Requerimiento de agua

Para la operación del proyecto se tendrá un requerimiento mínimo de los servicios de agua potable. El proyecto sólo demandará agua para el cuarto de control y la zona de oficinas; para el desalojo de aguas negras, se utilizará una fosa séptica. Los requerimientos de agua para uso personal serán por medio de garrafones de agua potable mientras que el abastecimiento de agua para las obras será sustraído en los drenes locales previa autorización del módulo de riego y pago correspondientes.

II.2.9 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Para desarrollar las obras definitivas del montaje, pruebas y puestas en marcha de los generadores, se debe contar con una infraestructura necesaria para dar apoyo a la construcción

de las obras. Habrá una zona denominada campa de acopio con una extensión de 2,500 m^2 la cual albergará las principales obras provisionales necesarias para la construcción del proyecto y que se describen a continuación:

- Áreas de almacenamiento – La mayor parte de la campa de acopio será utilizada para el almacenamiento de materiales. Estas áreas de almacenamiento serán limpiadas y desmanteladas una vez terminada la obra.
- Oficinas de obra – En éstas desarrollarán su trabajo los técnicos en el aspecto de planeación, construcción y control de las obras, el personal administrativo también tendrá su espacio en estas oficinas, llevando el control financiero de las obras. Dichas instalaciones se ubicarán sobre el área de la subestación.
- Sanitarios de tipo portátil en una proporción de 1 sanitario por cada 20 trabajadores y se instalarán zonas provisionales sombreadas.
- Almacén de combustibles. Se utilizará un pequeño almacén para guardar combustibles y lubricantes con capacidad suficiente para dar servicio a los equipos de construcción y apoyo. Este servirá para alojar a un tanque de diesel de 2,000 l. Este almacén será movible para tenerlo más cerca de las zonas de obra, pero igualmente se saturará en las plataformas de montaje. Se utilizarán las plataformas de montaje para almacenar los materiales que vayan a utilizarse para la construcción. Al culminar las obras el almacén será desmontado y será removido todo el material de las plataformas.
- Almacén de residuos peligrosos. Se dispondrá de un área específica para almacenar los residuos peligrosos que se generen en el proyecto.

II.2.10 Etapa de operación y mantenimiento

II.2.10.1 Operación

El proceso de operación de un parque eólico es simple (Ver **Fig. II–24**) y no implica procesos industriales de transformación, ni aprovechamiento de materias primas, ni emisión de gases o de residuos de proceso.

Los procesos que se llevarán a cabo durante la operación normal del Proyecto, de forma general son:

Generación de energía

Obtención de energía eléctrica a partir del aprovechamiento de la energía cinética del viento. El viento hace girar el rotor del aerogenerador entre 9 y 19 revoluciones por minuto (rpm). Las mismas revoluciones se transmiten mediante una flecha a una transmisión o sistema de engranes multiplica el número de giros. Este trabajo mecánico es transmitido a un generador eléctrico que, mediante el giro de los imanes contenidos en el interior de una bobina, produce por inducción magnética la fuerza electromotriz o flujo de corriente eléctrica. Cada aerogenerador cuenta con un primer transformador que homogeneiza la corriente en media tensión para su transmisión en la red interior del parque eólico.

Conducción Eléctrica

Los aerogeneradores se encontrarán conectados entre sí a manera de bloques de generación. La red eléctrica que conecta a todos los bloques de aerogeneradores se le denomina circuitos de recolección.

La energía generada será enviada, a través de los circuitos de recolección en media tensión, a la subestación principal donde será transformada a la tensión requerida para su porteo fuera del parque eólico.

Transformación

La energía eléctrica de los aerogeneradores, recibida a través de los circuitos de recolección, será transformada y elevada de 35 kV a 235 kVA o el voltaje determinado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) en la subestación del parque eólico y finalmente será entregada a CFE mediante una línea de transmisión (la cual no forma parte del proyecto motivo de la presente evaluación).

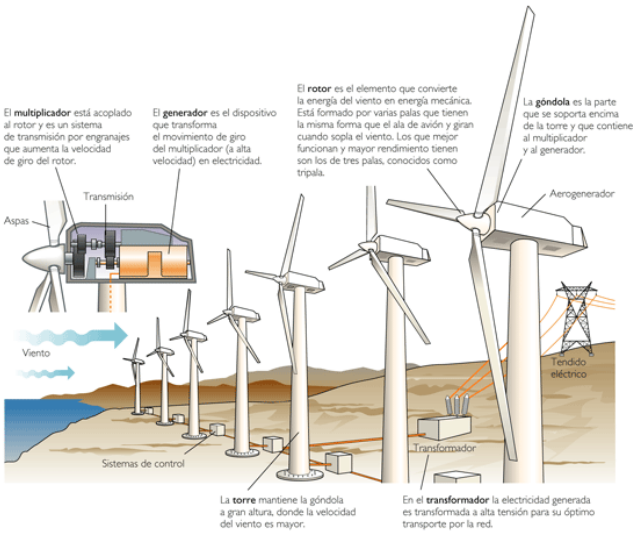


Figura II—24. Esquema de operación de un parque eólico.

Los procesos descritos se llevarán a cabo continuamente durante de la vida útil del Proyecto (40 años aproximadamente) y sólo se verán interrumpidos parcialmente por motivos de mantenimiento, el cual se programará de manera periódica y preventiva para reducir descomposturas o paros innecesarios en la operación.

Para la operación del proyecto se estima un total de 12 personas fijas por lo que se generará el mismo número de empleos directos, adicionalmente se contratará personal especializado para diferentes servicios según lo requiera la operación del parque.

II.2.10.2 Mantenimiento de los aerogeneradores

Los aerogeneradores trabajan de forma automática y algunas veces de forma manual para realizar pruebas de mantenimiento de la máquina.

El tratamiento superficial de las torres de los aerogeneradores asegura una vida en servicio prácticamente ilimitada y libre de mantenimiento.

El diseño de la torre permite la instalación (de manera opcional) de un elevador en el interior de la torre, para facilitar el acceso a la nacelle y las labores de mantenimiento. No obstante, en todos los casos existe la posibilidad de acceso por escalera manual hasta lo alto de la torre. Esta escalera está provista de una línea de vida y demás elementos de seguridad.

A la nacelle se accede desde el interior de la torre a través de una trampilla y una escalera de acceso. Desde el interior de ésta existe también un acceso al buje para poder realizar labores de comprobación y mantenimiento en él sin necesidad de salir al exterior. La nacelle incorpora en la parte trasera una puerta y una pequeña grúa para permitir la elevación de repuestos o material diverso desde el suelo hasta la nacelle, facilitando las labores de mantenimiento.

II.2.11 Descripción de las obras asociadas al proyecto

La única obra asociada al proyecto que existirá será una línea de transmisión que conectará desde la subestación hasta la subestación que la Comisión Federal de Electricidad determine para el desalojo de energía. Esa línea de transmisión gestionará sus propios permisos ambientales.

II.2.12 Etapa de abandono del sitio

La vida útil de los aerogeneradores está estimada en 40 años aunque ésta puede aumentar en base a los programas de mantenimiento preventivo a los que sean sometidos los equipos, por lo que la vida real depende tanto de la calidad de la turbina como de las condiciones climáticas locales.

Preliminarmente, el proyecto no considera una etapa de cierre y abandono. Al respecto se prevé un mantenimiento continúo de los equipos que componen el Parque Eólico.

Si en el futuro fuese necesario el cierre y abandono del Parque Eólico, esto será oportunamente comunicado a las Autoridades pertinentes. Al respecto se entregará un Plan de Cierre de las Instalaciones, las actividades principales son indicadas debajo:

Desmantelamiento de instalaciones existentes

- Aerogeneradores e instalaciones eléctricas externas.
- Instalación de señalética apropiada para el cierre.
- Desmantelamiento de aerogeneradores.
- Retiro de cables de electricidad y torres.
- Retiro de cimentaciones.

Canalización subterránea

- Retiro de cables de electricidad, fibra óptica y telefonía.

Subestaciones

- Desmantelamiento de Subestaciones y obras asociadas (baños, salas, oficinas, depósitos).
- Demolición y retiro de cimientos.

Equipos eléctricos asociados

- Vaciado y retiro de los equipos transformadores.
- Desmantelamiento de equipos en general.

Instalaciones de servicio

- Desmantelamiento de instalaciones hidráulicas y sanitarias del cuarto de control.
- Clausura de fosa séptica.

Cercos perimetrales y cartelería

- Retiro de los mismos.

Áreas intervenidas

- Relleno, nivelación y escarificado.
- Revegetación con especies nativas.

CONTRATACIÓN DE MANO DE OBRA

La mano de obra requerida para el desmantelamiento de las obras y el equipamiento, así como de las instalaciones necesarias, se estimará en el momento que se programe con mayor detalle la Etapa de Abandono.

DESMANTELAMIENTO / RETIRO DE AEROGENERADORES Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

Todas las construcciones e instalaciones que sean factibles de desmontar serán desmanteladas.

Se retirarán todos los equipos, el mobiliario y los aparatos que fueron empleados durante la operación del Proyecto.

LEVANTAMIENTO DE LAS BASES Y FUNDACIONES

Las obras de concreto se demolerán y retirarán los escombros del Área del Proyecto, de manera que no produzcan un impacto visual por acumulación de las mismas dentro del Parque.

RESTITUCIÓN DE LAS GEOFORMAS EN LA ZONA DE EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO

Las áreas donde se encontraban las estructuras serán cubiertas con una capa de suelo proveniente de sitios cercanos, a fin de restituir las geoformas de manera semejante a las que había originalmente.

CIERRE Y CLAUSURA DE LAS INSTALACIONES

Los materiales que no presenten valor económico para su comercialización, serán llevados a rellenos sanitarios y/o sitios de tiro autorizados, si existieran.

Se clausurarán las áreas en desuso, para impedir el paso de terceros y se cerrará el acceso al Parque Eólico.

RESIDUOS, EFLUENTES Y EMISIONES GENERADOS

Residuos sólidos

Residuos de excavación y construcción. Escombros producto del desmantelamiento de las fundaciones y obras civiles del Área del Proyecto. Los mismos se dispondrán en rellenos sanitarios de localidades cercanas previa autorización de los Organismos Competentes.

Metales (chatarra). Involucrará los aerogeneradores así como los cableados del Parque Eólico. Estos residuos serán acopiados dentro del Área del Proyecto en un sector delimitado e identificado, y retirados finalmente para su comercialización.

Residuos asimilables a domésticos. Provendrán de la actividad de las personas mientras duren las actividades de cierre y abandono. Se dispondrían en el Área Transitoria de Residuos para luego ser enviados a rellenos sanitarios de localidades cercanas previa autorización de los Organismos Competentes.

Residuos Peligrosos. Producto de las actividades de desmantelamiento de los transformadores y los aerogeneradores (aceites y grasas lubricantes). Estos residuos serán almacenados temporalmente el Área Transitoria de Residuos, posteriormente retirados y enviados a disposición final de manera similar a la Etapa de Construcción, de acuerdo a la normatividad en la materia.

Efluentes líquidos

Los líquidos cloacales generados por los baños químicos utilizados por el personal de obra durante la etapa de cierre y abandono serán retirados por una empresa habilitada para la realización de esta tarea.

Emisiones gaseosas

Se generarán emisiones difusas de material particulado producto de:

- la demolición y retiro de cimientos de: áreas destinadas al acopio de materiales e insumos; área de gestión de residuos; fundaciones de aerogeneradores y de torres de cableado aéreo; instalaciones temporales y permanentes;
- el retiro de cables, cercos perimetrales y cartelería de seguridad;
- la circulación y operación de vehículos;
- las actividades de relleno, nivelación y escarificado de excavaciones de fundaciones, zanjas de tendido de cableado, drenajes, caminos internos y sitios de emplazamiento de instalaciones fijas.

También se generarán emisiones difusas de gases de combustión producto de la circulación y operación de vehículos y el uso de generadores de electricidad.

Ruido

Los ruidos producidos se originarán en fuentes similares a las ya descritas en la Etapa de Construcción.

REVEGETACIÓN Y RECOMPOSICIÓN DEL PAISAJE

Se revegetarán con flora nativa todas aquellas áreas intervenidas con el propósito que el ambiente y el paisaje vuelva a ser lo más similar posible al entorno original, minimizando la afectación que hubieran ocasionado las actividades antrópicas realizadas.

II.2.13 Utilización de explosivos

No se utilizarán explosivos.

II.2.14 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

II.2.14.1 Etapa de preparación del sitio y construcción

Generación de residuos

Residuos no peligrosos

Producto de las actividades involucradas en este proyecto, se generarán residuos de tipo doméstico, es decir, con una composición de material orgánico (residuos de alimentos), papel, vidrio y envases plásticos. Su generación se presentará fundamentalmente por la presencia de los trabajadores. Dichos residuos se dispondrán en los contenedores metálicos de 200 l ubicados estratégicamente, cerca de los frentes de trabajo.

Se estima que se generará un máximo de 20 kg/día de residuos orgánicos (considerando una tasa de generación de 0.2 kg/trabajador/día). La disposición final de los residuos será llevada a cabo por alguna empresa particular contratada para tal fin.

Por otro lado se tendrán residuos producto del desmonte los cuales serán donados a los propietarios de las parcelas involucradas en el proyecto para nivelar partes bajas de los terrenos.

Los excedentes de excavación para la instalación de los aerogeneradores, plataformas, y subestaciones, serán donados a los propietarios de las parcelas contiguas, por lo que no será necesario contar con un banco de tiro. Estos excedentes son despreciables cuando se utilizan para nivelar partes bajas de las parcelas productivas ya que solo representan unos pocos centímetros de espesor y normalmente solo cubren una pequeña fracción de la parcela donataria.

Cada aerogenerador llevará una zapata de cimentación y considerando el número de aerogeneradores, se tendrá un movimiento de poco menos de 2,300 m^3 sin embargo éstas se recubrirán con la misma tierra compactada (aproximadamente un 70% de la tierra previamente removida) por lo que el excedente de la misma será únicamente de 700 m^3. Este excedente de tierra como se mencionó anteriormente será donado a los dueños de las parcelas contiguas.

Igualmente las zanjas de la línea de media tensión subterránea, se abrirán y cerrarán con el propio material de terreno.

Residuos peligrosos

Se prevé la generación de residuos peligrosos de manera indirecta debido a la realización de actividades que los involucran, como son los cambios de aceite y mantenimiento menor de maquinaria.

Estos residuos serán almacenados de manera independiente en contenedores específicos para cada tipo de producto en un almacén temporal de residuos peligrosos. Todas estas actividades se realizarán conforme a la normatividad vigente en esta materia. La disposición de éstos se realizará a través de una empresa contratada para tal fin. En la **Tabla II—14** siguiente se muestra la generación de residuos peligrosos estimados durante la etapa preparación del sitio y construcción.

Tabla II—14. Generación total de residuos peligrosos durante las obras.

Residuo	Generación total estimada
Aceites gastados	765 L
Plásticos impregnados de aceite	92 kg
Filtros de aceite	230 kg
Tierra contaminada con hidrocarburos	10 tambos de 200 L
Estopas y trapos impregnados con solventes	107 kg

Generación de aguas residuales

Únicamente se contempla la generación de aguas residuales durante la etapa de preparación del sitio y construcción las cuales corresponderán a los desechos hidrosanitarios de los trabajadores durante su respectiva jornada de trabajo. Para la disposición de dichos residuos, durante la realización de *las obras se contará con el servicio de letrinas portátiles, una por cada 20 trabajadores.*

Emisiones a la atmósfera

Durante la realización de las obras de construcción de la planta eoloeléctrica, se generarán emisiones contaminantes al aire, principalmente por la emisión de gases provenientes del funcionamiento de los vehículos terrestres. Se contempla que estos procesos de combustión generen cambios temporales en la concentración de gases: monóxido de carbono (CO), hidrocarburos no quemados (HC), óxidos de nitrógeno (NOx) y óxidos de azufre (SOx).

Generación de ruido

Como es sabido, la generación de ruido está relacionada con el funcionamiento del equipo y maquinaria que se utilice, durante la preparación del sitio y construcción. El horario de trabajo de obra será de 8:00 a 18:00 horas de lunes a viernes y sábados de 8:00 a 13:00 horas, esto significa que no habrá generación de ruido fuera del horario de obra, es decir, de las 18:00 a las 8:00 hrs, con excepción de las actividades de colado de cimentaciones las cuales serán realizadas en horario nocturno debido al clima.

Los niveles máximos de ruido que se tendrán serán generados por la utilización de la grúa cargada y el uso de maquinaria pesada estimándose niveles de ruido de entre 90 y 96 dB(A) medidos a 1 m de la fuente generadora, necesitándose entonces una distancia mínima de 15 m para tener un nivel 60 dB(A).

En cuanto a las demás actividades de las obras, incluidos los colados nocturnos, no se alcanzarán niveles mayores a 65 dB(A).

Los trabajadores utilizarán equipo de protección personal auditiva de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001 en los centros de trabajo donde se genere ruido.

II.2.14.2 Etapa de operación y mantenimiento

Generación de residuos peligrosos

Se contempla la generación de residuos peligrosos durante esta etapa principalmente por las actividades de mantenimiento de la máquinas, tales como papel y estopas impregnadas de aceite, botes o tambos contenedores de materia prima (aceite sintético, pintura), así como aceite gastado, los cuales se manejarán conforme a la Ley General para la Prevención y Gestión

Integral de los Residuos, y a la LGEEPA, su reglamento correspondiente en materia de Residuos Peligrosos y normas oficiales mexicanas en la materia.

Tabla II—15. Generación anual de residuos peligrosos durante operación.

Residuo	Generación anual estimada
Papel y trapos impregnados con solventes	1.37 ton
Papel y trapos impregnados con aceites lubricantes	0.71 ton
Grasas (industrial y mineral)	2.16 ton
Aceites (mineral, hidráulico y sintético)	4.37 ton

Generación de residuos sólidos

Se contará con otra área destinada para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos que sean generados durante la operación del proyecto. Además se buscará convenio con el municipio para su disposición final en sitios autorizados.

Desechos hidrosanitarios

Para el control de los residuos sanitarios (sólidos y líquidos), se contará con fosas sépticas en los sanitarios de las subestación.

Emisiones a la atmósfera

Durante la etapa de operación y mantenimiento no se contempla la generación de emisiones contaminantes ya que éstas se generan principalmente por la combustión de combustibles fósiles. Por tratarse de la operación de una planta eoloeléctrica no habrá ningún tipo de emisiones a la atmósfera. Más aún, es posible establecer la cantidad de CO_2 que se dejará de emitir a la atmósfera a consecuencia de la generación de energía eléctrica limpia en lugar de una generación con combustibles.

El cálculo de reducción de gases de efecto invernadero (GEI) que se dejarán de emitir por la implementación del proyecto, se determinó en base a los lineamientos de las metodologías y la herramienta para calcular los factores de emisión de un sistema eléctrico, establecidas por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Éstas se

basan en el supuesto de que en la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables no hay emisiones de CO_2 ni otros gases de efecto invernadero o en su defecto estas emisiones son insignificantes. El cálculo de reducción de emisiones se determina a partir de la premisa de que cada MWh de energía generado por una fuente renovable sustituye a un MWh generado por la combinación de las demás fuentes en la red.

Dicho cálculo se realiza multiplicando la capacidad instalada por el número de horas por año de operación y por el factor de emisión de la red en donde se interconectará el proyecto, de conformidad con el valor calculado por el Programa GEI México. A continuación se presenta el cálculo:

Tabla II—16. Cálculo de reducción de emisiones de CO_2 equivalente por año del proyecto.

Cálculo de reducción de emisiones de CO_2 equivalente por año del proyecto		
Capacidad instalada	102	MW
Tiempo funcionamiento	4000	Horas/año
Mw/h/año.	408,000	MW/h/año
Factor de emisión de red	0.4999	tCO_2/MWh
Fuente: Cálculo por el programa GEI México (http://www.geimexico.org/factor.html)		
Rango de estimación de reducción de emisiones por año	**203,959**	**tCO_2/año**

De lo anterior se puede determinar que la cantidad de CO_2 que dejará de emitir a la atmósfera el proyecto a consecuencia de la generación de energía eléctrica limpia con la implementación del proyecto es de 203,959 toneladas por año (dependiendo del tiempo de operación).

II.2.15 Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos

Se contará con la siguiente infraestructura para el manejo y disposición de los residuos que se generen durante la operación del proyecto:

- Un almacén temporal de residuos peligrosos dentro de la plataforma más grande, 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.

- Un área para el control y almacenamiento temporal de los residuos sólidos municipales; además se buscará el apoyo del municipio, para poder destinarlos en sitios autorizados.
- Una fosa séptica que cumpla con la normatividad vigente para el control de los residuos líquidos sanitarios.

CAPÍTULO III

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

CONTENIDO

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES 64

III.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS 64

III.2 TRATADOS INTERNACIONALES 65

III.2.1 Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas 65

III.2.2 Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación 66

III.2.3 Convenio 169 sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes 66

III.3 PROGRAMAS Y PLANES DE DESARROLLO 67

III.3.1 Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 67

III.3.2 Programa Sectorial de Energía 2013-2018 69

III.3.3 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018 73

III.3.4 Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca 2011-2016 74

III.3.5 Plan Municipal de Desarrollo de Santo Domingo Ingenio, Juchitán, Oaxaca 2011-2013 76

III.4 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO 78

III.4.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) 78

III.5 LEGISLACIÓN FEDERAL 83

III.5.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) 83

III.5.2 Ley General de Vida Silvestre (LGVS) 87

III.5.3 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) 89

III.5.4 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) 90

III.5.5 Ley de Aguas Nacionales (LAN) 92

III.5.6 Ley General de Cambio Climático (LGCC) 93

III.6 REGLAMENTOS DE LAS LEYES FEDERALES 94

III.6.1 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental 94

III.6.2 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera 97

III.6.3 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 98

III.6.4 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 99

III.7 LEGISLACIÓN ESTATAL 101

III.7.1 Ley para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos para el estado de Oaxaca 101
III.7.2 Ley del equilibrio ecológico del estado de Oaxaca 102

III.8 NORMAS OFICIALES MEXICANAS 102

III.9 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS 105

III.10 REGIONALIZACIÓN DE LA COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD (CONABIO) 107

III.10.1 Regiones terrestres prioritarias (RTP) 107
III.10.2 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) 109
III.10.3 Regiones Marinas Prioritarias (RMP) 111
III.10.4 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) 113

FIGURAS

Figura III–1. Ubicación del Proyecto en relación al POEGT. 79

Figura III–2. Localización del SA y del AP con respecto a los polígonos de las ANP más cercanas. 106

Figura III–3. Localización del SA y los polígonos de las RTP más cercanas. 108

Figura III–4. Localización del SA y del AP con relación a las RHP más cercanas. 110

Figura III–5. Localización del SA y del AP con relación a las RMP más cercanas. 112

Figura III–6. Localización del SA y los polígonos de las AICAs más cercanas. 114

TABLAS

Tabla III–1. Corresponsabilidad sectorial en la conducción del desarrollo sustentable de la UAB 84 (POEGT). 80

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

El objetivo del presente Capítulo III de esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular (MIA-P), es exponer la vinculación del Proyecto "Central Eólica Cerro Iguana I" (en adelante, el "Proyecto") con los instrumentos de planeación urbanos y ecológicos, así como con los ordenamientos jurídicos aplicables, de acuerdo a lo establecido en el artículo 12 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

A través del contenido de este Capítulo III, se pondrá de manifiesto que el Proyecto es congruente y cumple con la normatividad ambiental aplicable; asimismo, se evidenciará que aquél se desarrollará atendiendo los objetivos del Gobierno Federal, el cual, busca el desarrollo económico sostenible y sustentable en México.

III.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es el instrumento rector que establece disposiciones y principios generales que permean a todo el ordenamiento jurídico mexicano. La vinculación del Proyecto con las disposiciones aplicables se presenta a continuación:

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 4. […] Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley. […]	El proyecto generará energía eléctrica a partir de una fuente renovable, específicamente el viento. Aquél se ubicará en el parque eólico en el municipio de Santo Domingo Ingenio en la zona del Istmo y contará con una capacidad instalada total de 102 MW. Las turbinas del proyecto producirán energía con cero emisiones de Gases de Efecto Invernadero ni impactos negativos ni significativos al medio ambiente. Las únicas emisiones que generará el Proyecto, serán las derivadas del equipo y maquinaria utilizada durante la construcción, la operación y el mantenimiento, las cuales no tendrán efectos nocivos a la salud de los habitantes de las comunidades aledañas. Por principio, la energía eólica desplaza el dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero que de otra manera serían emitidos por la generación eléctrica

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
	a través de combustibles fósiles. Una sola turbina de 1 MW desplaza 1,800 toneladas de dióxido de carbono, que es el principal contaminante del calentamiento global. Por lo tanto, se pretende desarrollar un proyecto de energía limpia que atenderá el principio constitucional de que toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano, al tener cero emisiones y contribuir con la generación de energía que este país necesita.
Artículo 27. […] En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; para el fraccionamiento de los latifundios; para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad. […]	En atención al mandato de esta disposición constitucional, se formularon las Leyes Generales del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, de Desarrollo Forestal Sustentable, entre otras que regulan la realización de Proyectos y establecen las medidas y condicionantes mediantes las cuales se podrán desarrollar los proyectos, a través de las autorizaciones que emitan las autoridades correspondientes. Con base en lo anterior, se presenta esta MIA-P con la cual, se busca el aprovechamiento de los recursos naturales asegurándose de mantener la continuidad de los procesos biológicos y de los servicios ambientales de la región, a través de las medidas propuestas en su Programa de Manejo Ambiental.

III.2 Tratados Internacionales

III.2.1 Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas

La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional especialmente como hábitat de Aves Acuáticas (mejor conocido como “Convención de RAMSAR”) fue ratificada por el Estado Mexicano en el año de 1986 y tiene como uno de sus objetivos principales *el impedir ahora y en el futuro las progresivas intrusiones en la pérdida de humedales*, en virtud del *gran valor económico, cultural, científico y recreativo que representan.*

En nuestro país existen 137 sitios que cumplen los requisitos que señala la Convención, sumando un total de 8’620,240 hectáreas. Cabe destacar que entre las hectáreas listadas en RAMSAR, el predio donde se pretende desarrollar el proyecto (AP) no está considerado como un

sitio RAMSAR ni existe evidencia ni registro de humedales aledaños, por lo que no es necesario llevar a cabo un ejercicio de vinculación.

III.2.2 Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación

El Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación ("Convenio de Basilea") tiene como objeto reducir al mínimo la generación de desechos peligrosos y su movimiento transfronterizo; ésta fue ratificado por los Estados Unidos Mexicanos el 22 de febrero de 1991 y publicado en el Diario Oficial el 9 de agosto de ese mismo año; las disposiciones generales fueron adoptadas el 5 de mayo de 1992, fecha de la entrada en vigor de este instrumento. Este instrumento es el más antiguo en materia de residuos peligrosos y sustancias químicas.

Los residuos peligrosos generados durante las etapas de construcción y operación serán manejados conforme a las disposiciones legales y reglamentarias aplicables en la materia, tal como se manifestará más adelante. Asimismo, cabe destacar que no se pretende realizar movimientos transfronterizos de los mismos, por lo que no hay disposiciones que observar por parte de este Tratado Internacional.

III.2.3 Convenio 169 sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes

El Convenio de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes ("Convenio 169") describe las directrices para proteger los derechos de esos pueblos y a garantizar el respeto de su integridad; éste fue ratificado por los Estados Unidos Mexicanos el 5 de septiembre de 1990 y publicado en el Diario Oficial el 24 de enero de 1991.

Los principios básicos del Convenio 169 son:

- Identificación de los pueblos indígenas y tribales.
- Derecho de no discriminación de estos pueblos.
- Adopción de medidas especiales para salvaguardar los bienes, cultura y medio ambiente de estos pueblos.
- Reconocimiento de los modos de vida, costumbres, tradiciones, etc. de estos pueblos.

- Que estos pueblos sean consultados en relación con los temas que les afectan, y que participen de manera previa, libre e informada en los procesos de desarrollo y de formulación de políticas que los afectan.
- Derecho de estos pueblos a decidir sobre sus prioridades en lo que atañe al proceso de desarrollo.

Este convenio es de observancia obligatoria para el Estado Mexicano. El promovente atenderá los requerimientos que su momento pudiera determinar el gobierno federal a través de la Secretaría de Energía.

III.3 Programas y Planes de Desarrollo

III.3.1 Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018

El Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND) es el instrumento rector del Gobierno Federal, en el que se determina el rumbo y las acciones concretas mediante las cuales, se busca llevar a "México a su máximo potecial", a través de cinco metas nacionales: (i) México en Paz; (ii) México Incluyente; (iii) México con Educación de Calidad; (iv) México Próspero; y (v) México con Responsabilidad Global.

La realización de proyectos tales como la Central Eólica Cerro Iguana I, contribuye a alcanzar los objetivos señalados en la meta del gobierno federal denominada "México Próspero", toda vez que ésta, busca la promoción de oportunidades que promuevan el crecimiento sostenido de la productividad, que se desarrollen en un ambiente de estabilidad económica y mediante la generación de igualdad de oportunidades. Para lograr lo anterior, se requieren elementos materiales y humanos que contribuyan a fomentar la competencia enfocada en la generación de innovación y crecimiento de sectores estratégicos.

Uno de los aspectos fundamentales para alcanzar un "México Próspero" es la adecuada, eficiente y sostenible generación y uso de energía, toda vez que es un recurso indispensable para poder desarrollar las actividades productivas en nuestro país.

Mediante las estrategias y objetivos señalados en el PND, se busca "*promover el uso eficiente de la energía eléctrica, así como el aprovechamiento de fuentes renovables, mediante la adopción*

de nuevas tecnologías y la implementación de mejores prácticas"[1]. Lo anterior, contribuirá a enfrentar los retos en materia de diversificación, seguridad energética e incluso a combatir contra el cambio climático.

Asimismo es importante destacar que uno de los objetivos del PND es "Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo" (Objetivo 4.4), el cual pretende llevarse a cabo a través de diversas estrategias, entre ellas, "Asegurar el abastecimiento racional de energía eléctrica a lo largo del país" (Estrategia 4.6.2), el cual comprende las siguientes líneas de acción:

a) Impulsar la reducción de costos en la generación de energía eléctrica para que disminuyan las tarifas que pagan las empresas y las familias mexicanas;
b) Homologar las condiciones de suministro de energía eléctrica en el país;
c) Diversificar la composición del parque de generación de electricidad considerando las expectativas de precios de los energéticos a mediano y largo plazos;
d) Modernizar la red de transmisión y distribución de electricidad;
e) 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; y
f) Promover la formación de nuevos recursos humanos en el sector, incluyendo los que se especialicen en la energía nuclear.

En concordancia con lo establecido en el PND, el proyecto "Central Eólica Cerro Iguana I" objeto de la presente MIA-P, generará energía eoloeléctrica a través de la instalación y operación de 51 aerogeneradores, cuya capacidad total será de 102 MW, y cuya pretendida ubicación será en los terrenos comprendidos en el Ejido de Santo Domingo Ingenio, Municipio de Santo Domingo Ingenio, Juchitán, Oaxaca.

Este Proyecto formará parte de la red de proyectos que fomenten la generación y uso de fuentes de energías renovables, así como la promoción de la diversificación de otras fuentes de generación de energía eléctrica para garantizar el abastecimiento de dicho recurso, y

[1] Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. Página 86. Disponible en: http://pnd.gob.mx/

simultáneamente, reducir las emisiones contaminantes a la atmósfera, entre ellas, los Gases de Efecto Invernadero (GEI).

III.3.2 Programa Sectorial de Energía 2013-2018

El Programa Sectorial de Energía 2013-2018 (PSE) se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 13 de diciembre de 2013.

Al igual que el PSMARN, el PSE reconoce que nuestro país cuenta con un gran potencial para generar energía proveniente de fuentes renovables, que van desde eólico, solar, geotérmico, biomasa e hídrico. A pesar de que los hidrocarburos seguirán representando el principal energético primario, el Gobierno Federal señaló en el PSE que es "*indispensable reforzar y continuar impulsando acciones concretas para el logro de una mayor diversificación de la matriz energética. En este sentido, deben impulsarse tecnologías que permitan un mayor aprovechamiento de los recursos en sus diferentes etapas de desarrollo y que permitan capturar importantes beneficios económicos, sociales y medio ambientales*".

El Objetivo 5 del PSE, denominado "Ampliar la utilización de fuentes de energía limpias y renovables, promoviendo la eficiencia energética y la responsabilidad social y ambiental". Los beneficios que se esperan por la realización de este objetivo son: (i) compromiso con el medio ambiente; (ii) economía baja en carbono; y (iii) reducción de la intensidad energética de la economía.

Se reconoce la necesidad de fortalecer y explotar los recursos naturales con los que se cuenta, y aprovechar sus beneficios; para lo anterior, es necesario propiciar las condiciones de mercado que promuevan la participación de aquellos que estén interesados en desarrollar una economía que no dependa en el carbono, y paralelamente que se promueva la articulación e integración vertical y horizontal para garantizar la sostenibilidad entre la sociedad, el medio ambiente y la economía nacional.

Para lograr el objetivo anterior, el PSE establece las siguientes estrategias y líneas de acción:

Estrategia	Línea de Acción	Vinculación con el proyecto
5.1. Incrementar la participación de energías limpias y renovables en la generación de electricidad.	5.1.1. Promover las condiciones para el aprovechamiento sustentable de los recursos hídricos y geotérmicos del país.	N/A
	5.1.2. Ampliar los mecanismos que hagan viable el desarrollo de proyectos de cogeneración eficiente con combustibles fósiles y biomasa.	N/A
	5.1.3. Desarrollar la normatividad adecuada para promover el desarrollo de proyectos de cogeneración eficiente y su seguimiento regulatorio.	Si bien la ejecución de esta línea de acción no corresponde directamente al promovente, a través del Proyecto "Central Eólica Cerro Iguana I" se cumplirá con la legislación y normatividad ambiental aplicable, tal como se demuestra en el presente Capítulo III.
	5.1.4. Instrumentar mecanismos de mercado y regulaciones que aceleren la incorporación de energías limpias y renovables apoyados en inversiones públicas y privadas.	N/A
	5.1.5. Adecuar el marco regulatorio y reglas de interconexión a las redes del sistema eléctrico nacional para facilitar el acceso a la interconexión para las energías limpias y renovables.	N/A
	5.1.6. Informar a la población con transparencia y objetividad, las oportunidades que ofrece el desarrollo de la tecnología nuclear para la generación eléctrica. Línea de acción	N/A
	5.1.7. Promover la participación y coordinación entre actores interesados para favorecer el desarrollo de energías limpias y renovables.	A través del Proyecto "Central Eólica Cerro Iguana I", el promovente realizará acciones y actividades concretas para aprovechar el recurso "viento" de la región para generar energía eoloeléctrica (energía limpia y renovable) la cual traerá beneficios a las comunidades cercanas y a determinadas empresas.

Estrategia	Línea de Acción	Vinculación con el proyecto
5.2. Promover el aprovechamiento sustentable de la energía en todos sus procesos y actividades desde la exploración hasta el consumo.	5.2.1. Fortalecer la normalización en materia de eficiencia energética y su cumplimiento.	En relación al cumplimiento de la regulación en materia energética, a través del Proyecto "Central Eólica Cerro Iguana I" se dará cumplimiento a la misma, así como aquella en materia ambiental relacionada con la producción de energía eléctrica a través de recursos renovables.
	5.2.2. Desarrollar y establecer programas, proyectos y actividades de transición y eficiencia energética, para ahorrar energía y reducir emisiones.	N/A
	5.2.3. Asegurar la información en el proceso de planeación y en el marco jurídico de las externalidades ambientales y sociales de la generación de energía.	Como parte del procedimiento de evaluación del impacto ambiental, se llevará a cabo la etapa de consulta pública y en caso de que esa H. Secretaría lo considere conveniente, la reunión pública de información, con el propósito de que se garantice la participación y la transparencia en el proceso de evaluación referido.
	5.2.4. Aprovechar el financiamiento para la mitigación del cambio climático, mediante la revisión y simplificación de procesos administrativos.	N/A
	5.2.5. Coordinar acciones y programas que fomenten el uso eficiente de la energía, implementado iniciativas conjuntas de producción y consumo sustentable.	N/A
	5.2.6. Promover la responsabilidad de los proyectos energéticos en el marco de la sustentabilidad respecto a la posible afectación de ecosistemas.	El Proyecto se desarrolla dentro de un marco de sustentabilidad y de cumplimiento de la normatividad ambiental; para asegurar su adecuado y equilibrado desarrollo, en el Capítulo V de la presente MIA-P se señalan los posibles impactos derivados de la construcción y operación del Proyecto, para así, determinar las acciones de mitigación necesarios, y así evitar afectaciones al ecosistema (Capítulo VI).

Estrategia	Línea de Acción	Vinculación con el proyecto
5.3. Ampliar los mecanismos y medios de información que promuevan las energías renovables y la eficiencia energética.	5.3.1. Publicar y actualizar el Inventario Nacional de Energías Renovables.	N/A
	5.3.2. Optimizar los procesos administrativos para la inversión en energías renovables mediante el uso de tecnologías de información y comunicación, incluyendo la mejora regulatoria.	N/A
	5.3.3. Robustecer las bases de datos y actualizar la información sobre la estimación del potencial de energías renovables, involucrando a instituciones públicas y privadas.	N/A
	5.3.4. Promover el desarrollo de tecnologías de la información y comunicación para la difusión del potencial y zonas factibles para el desarrollo de proyectos limpios.	N/A
	5.3.5. Establecer índices, criterios y metas bajo una contabilidad de reservas probadas, probables y posibles de recursos renovables.	N/A
	5.3.6. Promover el fortalecimiento de capacidades en transición y eficiencia energéticas para los sectores público, social y privado.	N/A
5.4. Instrumentar programas de responsabilidad ambiental y social relacionados con el sector energía	5.4.1. Adoptar mejores prácticas de inclusión social y participación comunitaria en el desarrollo de proyectos del sector energético.	A través del Proyecto, se requerirá la participación laboral de alrededor de 244 trabajadores para las obras (**Tabla II—12**) y aproximadamente 12 empleos fijos para operación para lo cual se pretende la inclusión social de la población circundante a donde se pretende desarrollar el Proyecto. Esto contribuirá a la reactivación de la economía de la región.
	5.4.2. Implementar el Plan de Acción Climático y la Estrategia de Protección Ambiental de Petróleos Mexicanos, fortaleciendo la responsabilidad social-corporativa.	N/A

Estrategia	Línea de Acción	Vinculación con el proyecto
	5.4.3. Implementar programas de reducción de emisiones contaminantes en el sector eléctrico.	N/A
	5.4.4. Establecer programas de investigación sobre mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero en la captura y secuestro de carbono.	N/A
	5.4.5. Internalizar criterios de riesgo y vulnerabilidad al cambio climático para la planeación del sector energético.	N/A

El Proyecto "Central Eólica Cerro Iguana I" contribuirá a los objetivos del PSE, ya que consiste en el desarrollo de un proyecto de generación de energía eoloeléctrica, que a través de los 51 aerogeneradores, con capacidad total instalada de 102 MW se ampliará la fuente de generación de energías renovables en la región de Santo Domingo Ingenio, Estado de Oaxaca, y gracias a ello se verán beneficiadas las empresas y la comunidad cercana al Proyecto.

III.3.3 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2028 (PSMARN) fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de diciembre de 2013, en concordancia con lo dispuesto en el PND.

Entre otras cuestiones, el PSMARN reconoce que México está dentro de los 15 países con mayores emisiones de GEI, causantes del cambio climático. De acuerdo con el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, la emisión total en 2010 fue cercana a 748 millones de toneladas de CO_2, 33.4% mayor que la de 1990. Esta cifra, equivalente al 1.4% de la emisión total global, coloca a Méxcio entre los primeros quince países generadores de GEI. Se estima que el sector energético contribuyó con poco más del 67%, siendo el uso de los combustibles fósiles la principal fuente.

Asimismo, el PSMARN señala que el país cuenta con grandes oportunidades para mitigar sus emisiones de GEI, entre las cuales se encuentra "la reducción de emisiones generadas por el

sector energético a través del impulso a las energías renovables", toda vez que se reporta que en el año 2011, sólo representaron el 9.4% de la oferta bruta interna total.

Es una realidad que el Gobierno Federal actual, busca impulsar la generación y uso de las energías renovables, lo cual contribuirá a "enverdecer" el crecimiento y desarrollo nacional. Lo anterior se establece, a través del Objetivo 1 consistente en "*Promover y facilitar el crecimiento sostenido y sustentable de bajo carbono con equidad y socialmente incluyente*", cuya estrategia y líneas de acción se señala a continuación:

Estrategia 1.2 Propiciar una gestión ambiental integral para promover el desarrollo de proyectos de inversión que cumplan con criterios de sustentabilidad.

	Líneas de acción
1.2.1	Normar, regular y fomentar energías renovables y tecnologías limpias para consolidar al país como una economía de bajo carbono.
1.2.2	Modernizar el proceso de Evaluación de Impacto y Riesgo Ambiental con criterios de adaptación y mitigación al cambio climático

En sintonía con lo anterior, el Proyecto busca incrementar la productividad de la región, haciendo un uso eficiente del recurso "viento", en beneficio de las industrias, empresas y comunidades ubicadas y cercanas al Municipio de Santo Domingo Ingenio, Estado de Oaxaca, y generando oportunidades laborales para los habitantes de la región, para contribuir con la reducción de la vulnerabilidad de los grupos de población que habitan en dicha región.

Asimismo, el Proyecto será parte del conjunto de obras y actividades que buscan favorecer e impulsar una economía nacional sustentable y sostenible, a través del uso de las energías renovables coadyuvando con la meta del gobierno federal consistente en reducir los GEI que contribuyen al cambio climático.

III.3.4 Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca 2011-2016

El Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca 2011-2016, fue publicado el 19 de Julio del 2011. En este instrumento programático se establecen los cuatro ejes principales, con base en los cuales, se dirigirán las acciones del Gobierno Estatal de Oaxaca:

a) Estado de derecho, gobernabilidad y seguridad;
b) Crecimiento económico, competitividad y empleo;
c) Desarrollo social y humano; y
d) Gobierno honesto y de resultados.

Para efectos de esta MIA-P, el eje estatal en el cual, el Proyecto tiene mayor injerencia es el relativo al "Crecimiento económico, competitividad y empleo", ya que a través una inversión privada de aproximadamente $244,800,000.00 USD (Capítulo II), se pretende contribuir con el adecuado desarrollo de las actividades productivas de la región, atendiendo al Objetivo 5.1 de la sección "Inversión y fomento productivo", el cual establece estrategias tales como:

> *Estrategia 1.4 Fortalecimiento de los mecanismos para la atracción, ampliación y retención de inversiones.*
>
> *…*
>
> *Líneas de acción 4*
>
> *Oportunidades de inversión en empresas y ramas económicas con alto potencial, promovidas mediante la participación de empresarios y productores oaxaqueños en ferias y exposiciones especializadas a nivel nacional e internacional.*

El desarrollo económico de una región, sin duda es un factor de crecimiento y estabilidad, mas no debe considerarse como un elemento ajeno e independiente al factor social y ambiental, ya que la consecución del desarrollo sustentable involucra estos dos últimos. En esta tesitura, el Plan Estatal señala que la política del Estado se "*centra en el concepto de sustentabilidad y promueve el impulso de una estrategia de protección ambiental…considerando que todo programa económico atienda criterios esenciales de desarrollo sustentable*". Por esta razón, el Plan Estatal establece políticas transversales que mediante estrategias específicas buscan "*incentivar nuevas tecnologías que permiten aprovechar eficientemente los recursos renovables y no renovables, así como las energías basadas en recursos renovables*".

En concordancia con lo establecido en el Plan Estatal, el Proyecto pretende contribuir con el desarrollo económico de la región, aprovechando el enorme potencial natural de la región sin afectar los recursos naturales ni causar desequilibrio ecológico alguno, ya que como se reconoce en dicho instrumento "*Oaxaca tiene un alto potencial para el desarrollo de la energía eólica. La*

Comisión Federal de Electricidad (CFE) estima que se pueden producir hasta 2,900 MW en las zonas con alta intensidad de viento, cifra que de alcanzarse representaría casi el 6% de la capacidad instalada actualmente en el país".

III.3.5 Plan Municipal de Desarrollo de Santo Domingo Ingenio, Juchitán, Oaxaca 2011-2013

El Plan Municipal de Desarrollo de Santo Domingo Ingenio, Juchitán, Oaxaca 2014-2016 no ha sido publicado en virtud de que se encuentra en proceso de elaboración y de expedición; sin embargo, para efectos del presente Capítulo III, se vinculará el Proyecto para demostrar su viabilidad con el Plan Municipal anterior (2011-2013).

Diagnóstico del Plan Municipal	Vinculación con el Proyecto
3. Economía … 3.4. Potencialidades … 3.4.2 Energéticos El territorio municipal es apta para albergar centrales eoloeléctricas, la potencia de los vientos se ubica en una categoría superior al excelente, según los estudios desarrollados por el Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL por las siglas en inglés) de los Estados Unidos. Para el proyecto del Corredor Eólico del Istmo.	El Plan Municipal reconoce que el área en donde se pretende desarrollar el Proyecto es apto para albergar centrales hidroeléctricas, toda vez que conforme a estudios realizados por instituciones con reconocimiento internacional, la potencia de los vientos es superior al excedente; con base en lo anterior, es claro que el Proyecto tendrá éxito en el cumplimiento de sus objetivos al proponerse la generación de energía eléctrica por un total de 102 MW.
Objetivos y Estrategias	
2. Objetivos Sectoriales 2.2. Desarrollo económico, competitividad y empleo 2.2.2. **Desarrollo empresarial, industrial y comercial** **a) Objetivo Estratégico** Impulsar y promover el desarrollo de la industria energética eoloeléctrica; así como la empresarial y comercial, a partir de un aprovechamiento sustentable de los recursos y la generación de facilidades para el financiamiento. **b) Líneas de Acción** 1. Promover con los tres niveles de gobierno y la iniciativa privada la aplicación del proyecto del Corredor Eólico del Istmo en el municipio. 2. Apoyar en las acciones de concertación de las Reservas Territoriales Arrendatarias en donde se pretenda implantar centrales eoloeléctricas, con el fin de facilitar la implantación de	En concordancia con el Objetivo Estratégico 2.2.2, el Proyecto formará parte de los desarrollos que sirvan para impulsar y promover la industria energética cuya fuente es el viento, lo cual, coadyuvará con el crecimiento económico de la región y la conformación del Proyecto del Corredor Eólico del Istmo en el Municipio, tal como lo dispone la Línea de Acción 1.

Diagnóstico del Plan Municipal	Vinculación con el Proyecto
las mismas y alentar la llegada de inversión. 3. Repartición equitativa de los recursos emanados de la inversión eoloelectricas. 4. Reactivar la producción en el Ingenio azucarero Santo Domingo.	
2.6.3. Medio ambiente, cambio climático y sustentabilidad **a) Objetivo Estratégico** Contribuir a la conservación y regeneración de la importante biodiversidad que se ubica en el municipio para su aprovechamiento sustentable. **b) Líneas de Acción** 1. Fortalecer las acciones destinadas a la prevención de quema de basura en los hogares. 2. Promover ante la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente se aplique una mayor vigilancia en el cuidado de la fauna silvestre 3. Incrementar en conjunto con los tres niveles de gobierno las acciones de reforestación. 4. Gestionar ante la SEMARNAT se incrementen los recursos destinados al municipio en los programas de Conservación de la Biodiversidad y Desarrollo Sustentable. 5. Intensificar las acciones de inspección y verificación en materia de impacto ambiental efectuadas a obras o actividades públicas y privadas. 6. Impulsar una política de restauración forestal y cuidado a la flora y fauna en las diversas regiones. 7. Fomentar el ecoturismo como medio para conservar la riqueza natural y el desarrollo económico. 8. Impulsar un programa destinado a crear conciencia entre la población sobre la importancia que tienen la preservación y la defensa de los ecosistemas.	El recurso natural “viento” es el elemento toral que contribuye a impulsar el desarrollo del mercado de generación de energía eoloeléctrica. El aprovechamiento de este recurso es amigable con los demás recursos naturales presentes en el área. La Línea de Acción con mayor relevancia para el Proyecto es la número 4. Cabe destacar que no obstante, las actividades de inspección y vigilancia son atribuciones que corresponden directamente a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, lo cierto es que es responsabilidad del promovente obtener la autorización de impacto ambiental para la construcción y operación de las obras y actividades del Proyecto Central Eólica Cerro Iguana I; por esa razón se somete a consideración y evaluación de esa H. Secretaría la presente MIA-P, con el propósito que se autorice en impacto ambiental dicho Proyecto.

III.4 Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio

III.4.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

El POEGT, publicado el 7 de septiembre de 2012 en el Diario Oficial de la Federación por la SEMARNAT, es uno de los instrumentos de política ambiental establecidos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, cuyo objetivo principal es el establecimiento de las bases para la planificación del uso del suelo en el territorio mexicano, para la adecuada regionalización ecológica del territorio nacional. Con base en la determinación de la situación actual ambiental del territorio, es posible sentar las estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como para localización de actividades productivas y de los asentamientos humanos[2].

Con base en el POEGT, tanto el sector público como el sector privado, pueden incorporar acciones ambientales en diferentes actividades relacionadas con el uso y ocupación del territorio, con la finalidad de que se protejan las zonas críticas para la conservación de la biodiversidad, los bienes y servicios ambientales.

A través de las políticas ambientales de aprovechamiento, restauración, protección y preservación establecidas en el POEGT, los responsables del desarrollo de obras y actividades pueden alinear estas últimas con las estrategias establecidas en las Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) en las que se clasifica el territorio nacional y así contribuir al desarrollo sustentable.

En el POEGT se delimitaron 145 UAB's: el Proyecto se ubica dentro de la Región Ecológica clasificada con la clave 18.23, y dentro de ésta, se encuentra la UAB 84, conocida como "Llanuras del Itsmo", que comprende el este de Oaxaca y el occidente de Chiapas, tal como se muestra en la siguiente imagen:

[2] Artículo 20 de la LGEEPA.

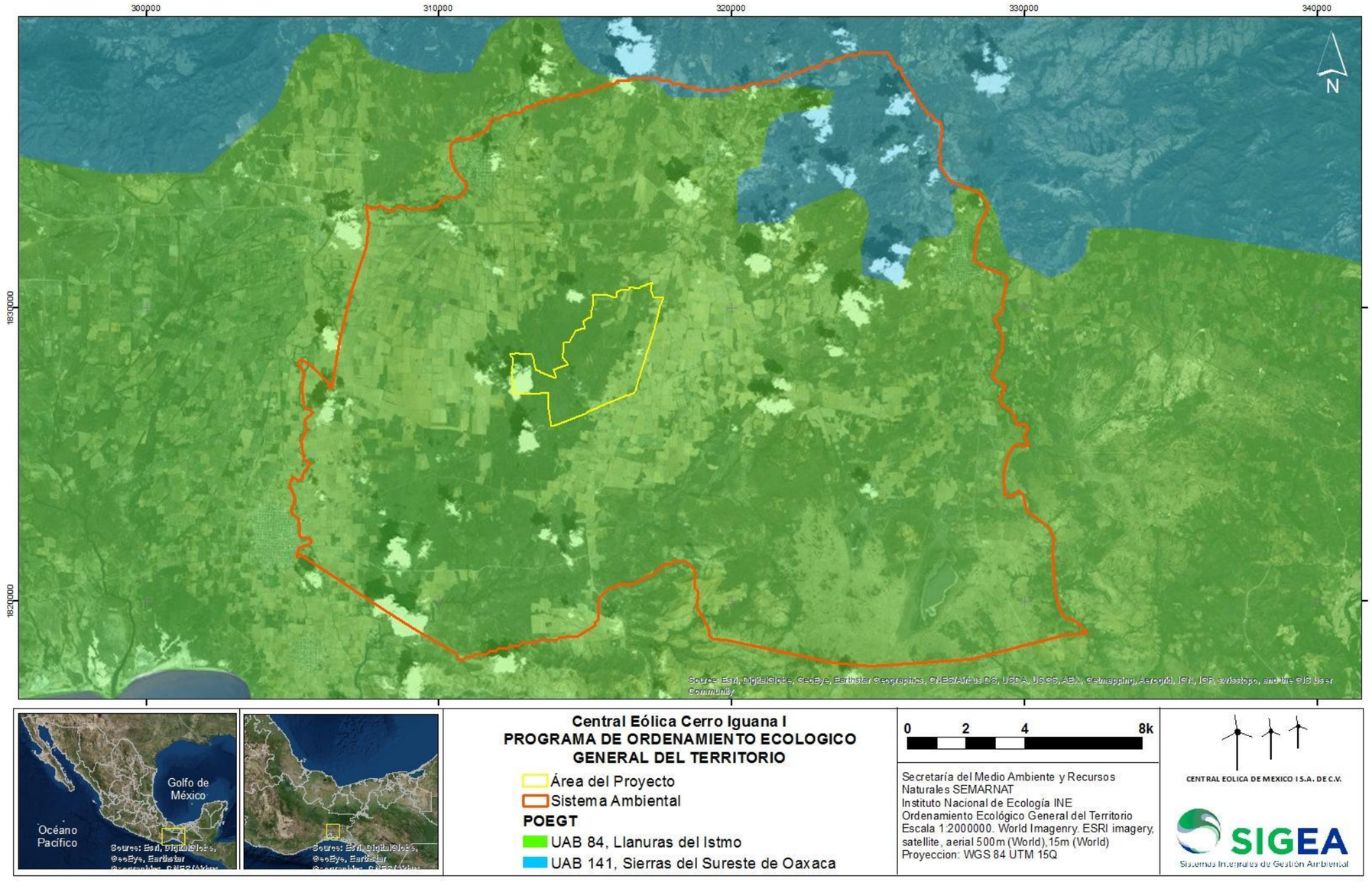


Figura III–1. Ubicación del Proyecto en relación al POEGT.

La política ambiental de esta UAB es la “Restauración y Aprovechamiento Sustentable”; su Eje Rector del Desarrollo es la “Ganadería -Industria”; la actividad coadyuvante del desarrollo es el Desarrollo Social; los proyectos asociados al desarrollo es la Agricultura y el Turismo; **y otros sectores de interés para la región son el relativo a la generación de energía (Comisión Federal de Electricidad - CFE)**, Minería, y la infraestructura y obras correspondientes a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), como sería el caso del Proyecto.

Tabla III–1. Corresponsabilidad sectorial en la conducción del desarrollo sustentable de la UAB 84 (POEGT).

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
84	Ganadería - Industria	Desarrollo social	Agricultura - Turismo	CFE - Minería - SCT	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Asimismo el POEGT establece como situación actual de la UAB 84:

***Muy baja superficie de ANP's. Muy alta degradación de los Suelos**. **Muy alta degradación de la Vegetación**. Baja degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Media. El uso de suelo es Agrícola y Forestal. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 2.6. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Muy bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Medio indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola con fines comerciales. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.*

La UAB 84 establece una serie de estrategias dirigidas a: (i) lograr la sustentabilidad ambiental del territorio (Grupo I); (ii) mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana (Grupo II); (iii) fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional (Grupo III). Las estrategias incluidas en el Grupo I son las que tienen relación directa con el Proyecto “Central Eólica Cerro Iguana I”; a continuación se presenta la vinculación de éste con dichas estrategias, haciendo evidente la compatibilidad de la obra y actividad que se pretende realizar en la región con el POEGT:

Grupo	Tema	Estrategia Sectorial	Vinculación
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	Las tierras pertenecientes al Ejido Santo Domingo Ingenio, en donde se pretende ubicar al Proyecto "Central Eólica Cerro Iguana I", han sido destinadas a agricultura temporal y ganadería, siendo estos las actividades productivas más importantes de la zona. Derivado de los diversos levantamientos realizados en la zona del Proyecto, se pudo apreciar que la productividad de las actividades que se han venido desarrollando es baja y la afectación ambiental a los suelos es significativa y continua. Uno de los recursos naturales significantes en la región es el viento y las corrientes de aire que transitan por la zona. Con la presencia de este elemento y dada la necesidad de impedir que las afectaciones en los terrenos comprendidos en el Ejido de Santo Domingo Ingenio continúen, se somete a evaluación del impacto ambiental el Proyecto "Central Eólica Cerro Iguana I", con el cual se pretende invertir en el desarrollo de un proyecto sustentable que permita generar energía renovable, crear condiciones laborales para las comunidades cercanas, y revertir el daño ambiental que se ha provocado en los suelos, resultado de la deforestación y demás actividades agropecuarias.
	C) Protección de los recursos naturales	**12**. Protección de los ecosistemas **13**. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes	N/A

Grupo	Tema	Estrategia Sectorial	Vinculación
	D) Restauración	**14.** Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas	El Proyecto no contemplará actividades relacionadas con la restauración de los suelos agrícolas; sin embargo, aquél permitirá que los impactos derivados de las actividades agropecuarias disminuyan.
	E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	**15**. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables **15 bis.** Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable **16.** Promover la reconversión de industrias básicas (textil, vestido, cuero, calzado, juguetes, entre otros) a fin de que se posiciones en los mercados doméstico e internacional **17.** Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras) **19**. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de tecnologías y fuentes primarias de generación e impulsar especialmente, a través de mecanismos específicos, el uso de fuentes de energía que no aumenten la emisión de gases de efecto invernadero **20.** Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, fomentando el aprovechamiento de fuentes renovables de energía y biocombustibles técnica, económica, ambiental y	El Proyecto es congruente con las estrategias 19 y 20, ya que representa una nueva fuente de generación de energía limpia para el Municipio de Santo Domingo Ingenio, Juchitán, Estado de Oaxaca, toda vez que se pretende instalar y operar 51 aerogeneradores con una capacidad de 102 MW. El Proyecto contribuirá con las autoridades de los tres órdenes de gobierno, en la realización de actividades en las que se disminuyan los GEI, tal como se explicó en la Sección III.2.1 y III.2.2. La autorización que emita esa H. Secretaría, fomentará la generación y uso de energías renovables, como es el caso de la eoloeléctrica.

Grupo	Tema	Estrategia Sectorial	Vinculación
		socialmente viables **21**. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo **22**. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional **23**. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional)	

III.5 Legislación Federal

III.5.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

La LGEEPA es el instrumento jurídico que establece las bases y la política en materia ambiental, de la cual se desprende todas disposiciones relativas a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección al ambiente en el territorio nacional y en las zonas en las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

A continuación se presenta la vinculación del Proyecto con las disposiciones aplicables de la LGEEPA:

Artículo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de	El proyecto "Central Eólica Cerro Iguana I" consiste en la instalación y operación de 51 aerogeneradores, cuya capacidad total será de 102 MW, el cual, se pretende instalar en los terrenos comprendidos en el Ejido de Santo Domingo Ingenio, Municipio de Santo Domingo Ingenio, Juchitán, Oaxaca. El proyecto encuadra dentro de los supuestos establecidos en las fracciones II y VII del artículo 28 referido, toda vez que: i) se trata de un proyecto que pertenece al sector eléctrico; y ii) se requiere la remoción de vegetación forestal en una superficie de

Artículo	Vinculación con el Proyecto
impacto ambiental de la Secretaría: ..... **II.- Industria** del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y **eléctrica**; … **VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas**.	18.503 ha, lo cual representa 0.773% de la totalidad del Área del Proyecto. Los impactos que pueden generarse por la construcción y operación del mismo, están identificados en el Capítulo V; cabe señalar que dichos impactos son mitigables a través de las medidas propuestas en el Capítulo VI, por lo tanto, el Proyecto no causará desequilibrios ecológicos ni afectaciones al ambiente, ni a las poblaciones cercanas al mismo. En este sentido, se presenta esta MIA-P relativa al Proyecto "Central Eólica Cerro Iguana I" para que esa H. Secretaría lo evalúe y autorice en materia de impacto ambiental, conforme a las medidas de prevención y mitigación que se presentan.
Artículo 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	En cumplimiento con lo dispuesto en el artículo 30 referido, se presenta esta MIA-P del Proyecto "Central Eólica Cerro Iguana I" para que sea evaluada por esa H. Secretaría y posteriormente autorizada, en los términos que se presenta, así como con las medidas de mitigación y prevención que se proponen a lo largo de la presente MIA-P.
Artículo 35.- Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días. Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables. …	La presente MIA-P cumple con los requisitos formales y materiales, en los términos dispuestos por la LGEEPA y demás regulación aplicable, tal como se puede apreciar de la lectura de todos los capítulos comprendidos en esta MIA-P. Por lo tanto, esa H. Secretaría cuenta con los elementos técnico-legales necesarios para evaluar y autorizar el Proyecto en materia de impacto ambiental.
Artículo 44.- Las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce soberanía y jurisdicción, en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que sus ecosistemas y funciones integrales requieren ser preservadas y restauradas, quedarán	El polígono donde se pretende ubicar el Proyecto y el Sistema Ambiental (SA) planteado no se encuentra dentro de ninguna Área Natural Protegida (ANP) de carácter federal (ni estatal). Las áreas naturales protegidas más cercanas son el Parque Ecológico Regional del Istmo ubicado 13.5 km

Artículo	Vinculación con el Proyecto
sujetas al régimen previsto en esta Ley y los demás ordenamientos aplicables. Los propietarios, poseedores o titulares de otros derechos sobre tierras, aguas y bosques comprendidos dentro de áreas naturales protegidas deberán sujetarse a las modalidades que de conformidad con la presente Ley, establezcan los decretos por los que se constituyan dichas áreas, así como a las demás previsiones contenidas en el programa de manejo y en los programas de ordenamiento ecológico que correspondan.	al oeste del SA; la Reserva de la Biósfera La Sepultura que se encuentre 63.2 km al este del polígono del SA; y la Reserva de la Biósfera Selva El Ocote, cuyo límite de su zona de amortiguamiento se encuentra aproximadamente 90 km al noreste del SA (Ver **Figura III–2**).
Artículo 98.- Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios: **I**.- El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas; **II.-** El uso de los suelos debe hacerse de manera que éstos mantengan su integridad física y su capacidad productiva; **III.-**Los usos productivos del suelo deben evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características topográficas, con efectos ecológicos adversos; **IV**.-En las acciones de preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, deberán considerarse las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida duradera de la vegetación natural; **V**.-	El Proyecto "Central Eólica Cerro Iguana I" hará un uso sustentable del suelo, ya que no se causará degradación ni afectaciones a los usos actuales, salvo por el desplante de las obras que equivale al 0.983% del AP. Actualmente, el uso que se le da al suelo es para actividades de agricultura temporal y ganadería y tal como se ha reconocido en el POEGT, el suelo está severamente degradado, al igual que su vegetación; sin embargo, como se explica en el Capítulo V, con el Proyecto no se alterará ni se ocasinarán mayores afectaciones ambientales. Por otro lado, habrán beneficios sociales y económicos que tendrán un impacto directo para las comunidades cercanas será mayor al actual. El diseño e infraestructura del Proyecto no causará erosiones ni impactos adversos, ya que se pretende implementar las medidas de mitigación, con el propósito de conservar la integridad física del suelo (Capítulo VI).
Artículo 99.- Los criterios ecológicos para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán en: **…** X. El otorgamiento y la modificación, suspensión o revocación de permisos de aprovechamiento forestal;…	Mediante los términos y condicionantes que se establezcan en la autorización de impacto ambiental que, en su caso, emita esa H. Secretaría, se harán efectivos los criterios ecológicos que se establecen en el artículo 98 de la LGEEPA, para garantizar el adecuado aprovechamiento sustentable del suelo.
Artículo 102.- Todas las autorizaciones que afecten el uso del suelo en las zonas selváticas o áridas, así como el equilibrio ecológico de sus ecosistemas, quedan sujetas a los criterios y disposiciones que establecen esta Ley y demás aplicables.	De la información señalada en el Capítulo IV, se desprende que el Proyecto "Central Eólica Cerro Iguana I" se realizará en una zona donde existe selva baja caducifolia en mosaico con usos del suelo agrícola. En la presente MIA-P, se incluyen los elementos técnico-jurídicos aplicables y obligatorios al Proyecto, para asegurar la efectiva preservación y aprovechamiento sustentable del suelo establecidas en la LGEEPA.

Artículo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 111 bis. Para la operación y funcionamiento de las fuentes fijas de jurisdicción federal que emitan o puedan emitir olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera, se requerirá autorización de la Secretaría. Para los efectos a que se refiere esta Ley, se consideran fuentes fijas de jurisdicción federal, las industrias química, del petróleo y petroquímica, de pinturas y tintas, automotriz, de celulosa y papel, metalúrgica, del vidrio, de generación de energía eléctrica, del asbesto, cementera y calera y de tratamiento de residuos peligrosos. El reglamento que al efecto se expida determinará los subsectores específicos pertenecientes a cada uno de los sectores industriales antes señalados, cuyos establecimientos se sujetarán a las disposiciones de la legislación federal, en lo que se refiere a la emisión de contaminantes a la atmósfera.	"Central Eólica Cerro Iguana I" es un proyecto eoloeléctrico consistente en la instalación y operación de 51 aerogeneradores, cuya capacidad total será de 102 MW, el cual se pretende instalar en los terrenos comprendido en el Ejido de Santo Domingo Ingenio, Municipio de Santo Domingo Juchitán de Zaragoza, Oaxaca. En términos de lo dispuesto en este artículo, la generación de energía eléctrica está considerada como una fuente fija de jurisdicción federal. Sin embargo, se acuerdo a lo señalado en el Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, la generación de energía proveniente de fuentes renovables como la eoloeléctrica, no está listada como una fuente fija de jurisdicción federal obligada a obtener una autorización (licencia ambiental única) por parte de la Secretaría. Por lo tanto, lo dispuesto en este artículo no es aplicable al Proyecto.
Artículo 113.- No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.	El Proyecto contribuirá a la generación de energía eléctrica a través de tecnologías y fuentes sustentables, por lo que derivado de la construcción y operación del mismo no se emitirán emisiones contaminantes a la atmósfera. Por lo tanto, además de dar cumplimiento a lo dispuesto en este artículo, se contribuirá a reducir con las emisiones contaminantes y GEI que causan daños al ambiente, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Cambio Climático y el PND.

III.5.2 Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

La LGVS establece las disposiciones relativas a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio Mexicano y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

Es importante destacar que para la instalación y operación del Proyecto "Central Eólica Cerro Iguana I" no se requerirá el aprovechamiento de ningún tipo de especies silvestre.

Las especies de flora y fauna que se encuentren en el predio serán rescatadas y reubicadas conforme al Programa de Manejo Integral de Flora y Fauna, tal como se describe en el Capítulo VI. La vinculación de las disposiciones de la LGVS aplicables al Proyecto se presenta a continuación:

Artículo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 18. Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento. Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.	El Proyecto no contempla un aprovechamiento extractivo de la vida silvestre; sin embargo, reducirá en lo posible el impacto que pudiese generar a la flora y la fauna en el área de Proyecto, a través del Programa de Manejo Integral de Flora y Fauna, así como del Subprograma de Rescate y Reubicación de Flora, Subprograma de Manejo y Rescate de Fauna.
Artículo 30.- El aprovechamiento de la fauna silvestre se llevará a cabo de manera que se eviten o disminuyan los daños a la fauna silvestre, mencionados en el artículo anterior. Queda estrictamente prohibido todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre, en los términos de esta Ley y las normas que de ella deriven.	El desarrollo del Proyecto no contempla para su desarrollo, aprovechamiento alguno de la fauna silvestre que se encuentre dentro del predio de dicho Proyecto. No obstante lo anterior, para la etapa de preparación del sitio y construcción se rescatará aquellas especies de flora y fauna y serán recolocadas, utilizando las técnicas adecuadas, para evitar su afectación, conforme al Programa de Manejo Integral de Flora y Fauna.
Artículo 31. Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan a tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.	Para la instalación y operación del Proyecto será necesario implementar el Programa de Manejo y Rescate de Vertebrados Silvestres, según se establece en el Capítulo VI. Durante la ejecución del programa se contemplarán que durante las actividades necesarias

Artículo	Vinculación con el Proyecto
	para el rescate, traslado y reubicación de las especies de fauna silvestre, se evite cualquier maltrato o incluso cualquier sufrimiento, traumatismo y dolor, de acuerdo a las características propias de cada especie.
Artículo 56.- La Secretaría identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo (en peligro de extinción, amenazadas y sujetas a protección especial), de conformidad con lo establecido en la norma oficial mexicana correspondiente.	De acuerdo a la descripción señalada en el Capítulo IV, en el predio donde se pretende ubicar el Proyecto, se encontraron 46 especies de flora, ninguna de ellas bajo algún estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010; asimismo se encuentran 141 especies de fauna, de las cuales 20 están listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se tiene contemplado la elaboración y ejecución de un Programa de Manejo y Rescate de Vertebrados Silvestres, el cual, estará enfocado principalmente hacia estas especies.
Artículo 76.- La conservación de las especies migratorias se llevará a cabo mediante la protección y mantenimiento de sus hábitats, el muestreo y el seguimiento de sus poblaciones, así como el fortalecimiento y desarrollo de la cooperación internacional: de acuerdo con las disposiciones de esta Ley, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y de las que de ellas se deriven, sin perjuicio de lo establecido en los tratados y otros acuerdos internacionales en los que México sea Parte Contratante.	En el Capítulo IV, se describen las especies de aves migratorias cuyo recorrido puede estar interferido por las obras del Proyecto. De igual como parte del proyecto se implementará un programa de monitoreo de las poblaciones de aves y murciélagos, que incluye a las especies de aves migratorias, cuyos principales objetivos serán conocer la composición de la comunidad de especies para cada grupo así como el estatus de riesgo en el que se encuentran conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, y determinar los patrones de movimiento y uso que las diferentes especies hacen del Área del Proyecto, así como de sus alturas de vuelo.

III.5.3 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

La LGDFS establece las disposiciones relativas a la regulación y fomento a la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como la distribución de competencias que en materia forestal corresponde a cada uno de los tres órdenes de gobierno (federal, estatal y municipal), con el propósito de propiciar el desarrollo forestal sustentable en México.

Los artículos de la LGDFS relacionados con el Proyecto son los siguientes:

Artículo	Vinculación con el Proyecto
Articulo 58.- Corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones: I. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción;… **Articulo 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. La Secretaría, con la participación de la Comisión, coordinará con diversas entidades públicas, acciones conjuntas para armonizar y eficientar los programas de construcciones de los sectores eléctrico, hidráulico y de comunicaciones, con el cumplimiento de la normatividad correspondiente.	El desarrollo del Proyecto requiere la remoción de una superficie total de 18.50ha de vegetación forestal, que representa el 0.77% de la superficie total del Área del Proyecto. Como medida de mitigación, se elaborará y ejecutará el Programa Selectivo de Rescate de Flora. Mediante trámite separado, se presentará la solicitud de autorización de cambio de uso de suelo forestal correspondiente, acompañado del Estudio Técnico Justificativo, para que la unidad administrativa correspondiente de esa H. Secretaría evalúe y determine que el Proyecto no comprometerá de forma alguna a la biodiversidad presente, no deteriorará la calidad del agua ni su captación, no erosionará los suelos y que el uso que se le pretende dar a los suelos será mucho más productiva y eficiente a largo plazo.

III.5.4 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) es el instrumento que establece disposiciones de orden público e interés social en relación a la prevención de la generación, valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial.

La vinculación de las disposiciones aplicables de la LGPGIR al Proyecto se presenta a continuación:

Artículo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 18.- Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.	Durante la etapa de preparación del sitio y construcción del Proyecto existirá separación de residuos urbanos en orgánicos e inorgánicos, cuya disposición estará a cargo de los contratistas para su entrega al municipio o a un servicio de recolección privada. Durante la etapa de operación y mantenimiento del Proyecto también existirá separación de residuos urbanos en orgánicos e inorgánicos, y serán entregados al municipio o a un servicio de recolección privada.
Artículo 31.- Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente: **I.** Aceites lubricantes usados; **II.** Disolventes orgánicos usados; **III.** Convertidores catalíticos de vehículos automotores; **IV.** Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo;.....	Durante la construcción y operación del Proyecto se generarán residuos peligrosos, tales como aceites gastados, filtros de aceite, desechos industriales, estopas y trapos impregnados con solventes y otros residuos impregnados con aceite por la operación de la maquinaria y el mantenimiento de los aerogeneradores, pintura, solventes, estopas y demás objetos impregnados con este tipo de sustancias. En cumplimiento con lo dispuesto en el artículo 31 de la LGPGIR, una vez autorizado el Proyecto en materia de impacto ambiental, se realizarán los trámites necesarios para registrarse como generador de residuos peligrosos y elaborar y presentar el plan de manejo respectivo para los residuos que se señalaron anteriormente. Por el tipo de actividad, se estima que la generación anual de residuos peligrosos durante la operación será de aproximadamente 8.6 toneladas anuales, por lo que el promovente será clasificado como pequeño generador.

Artículo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 40.- Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.	Los residuos peligrosos serán manejados y dispuestos conforme a lo establecido en la LGPGIR y en las demás disposiciones aplicables, ya que durante la etapa de construcción, los residuos peligrosos serán almacenados de manera independiente en contenedores específicos para cada tipo de producto en un almacén temporal de residuos peligrosos; por otra parte, en la operación y mantenimiento se contará con dos almacenes de residuos peligrosos dentro de la subestación (2 en total), y 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. En este sentido, el manejo integral se hará conforme a lo dispuesto en el presente artículo, y tal como se describe en el Capítulo VI.
Artículo 43.- Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.	Para las obras y actividades relacionadas con la construcción del Proyecto, el constructor se encargará de registrar a dicha obra ante la SEMARNAT. Por su parte, durante la etapa de operación del Proyecto, el promovente se registrará ante la autoridad competente como pequeño generador de residuos peligrosos. Se calcula que el monto aproximado de residuos peligrosos será de aproximadamente 8.6 toneladas anuales, por lo que el promovente se sujetará a las obligaciones relativas a los pequeños generadores.
Artículo 45.- Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.	Los residuos peligrosos generados por la construcción y operación de la maquinaria y el mantenimiento de los aerogeneradores del Proyecto, serán identificados, clasificados y manejados de acuerdo a lo establecido en la LGPGIR, su Reglamento y demás disposiciones aplicables.
Artículo 47.- Los pequeños generadores de residuos peligrosos, deberán de registrarse ante la Secretaría y contar con una bitácora en la que llevarán el registro del volumen anual de residuos peligrosos que generen y las modalidades de manejo, sujetar sus residuos a planes de manejo, cuando sea el caso, así como cumplir con los demás requisitos que establezcan el reglamento y demás disposiciones aplicables.	De acuerdo a la definición señalada en el artículo 5 fracción XX de la LGPGIR, se define como *pequeño generador* a aquella "persona física o moral que genere una cantidad igual o mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida". El Proyecto, durante la etapa de construcción (etapa en la que será responsable de la generación de residuos peligrosos, ya que en la etapa de construcción, será el contratista el responsable de los residuos peligrosos que se generen), generará anualmente un monto aproximado de 8.6 toneladas de residuos peligrosos, por lo que se clasificaría como pequeño generador.

Artículo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 54.- Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.	En todo momento se evitará la mezcla de los residuos peligrosos que se generen con motivo de la construcción y operación del Proyecto, por lo que su manejo y disposición final será conforme a la regulación aplicable, tal como se describe en el Capítulo VI.

III.5.5 Ley de Aguas Nacionales (LAN)

La LAN es el instrumento que regula el uso, explotación, o aprovechamiento de las aguas nacionales, así como su distribución y control; asimismo, establece las medidas para la preservación de su cantidad y calidad para alcanzar su desarrollo integral sustentable.

Para la construcción y operación del proyecto Central Eólica Cerro Iguana I no se requerirá el uso o aprovechamiento de aguas nacionales, ni descargará aguas residuales al subsuelo. Por lo tanto, las disposiciones de la LAN no son aplicables.

Sin embargo, cabe destacar que para la operación del Proyecto se tendrá un requerimiento mínimo de los servicios de agua potable, ya que éste sólo demandará agua para el cuarto de control y la zona de oficinas; para el desalojo de aguas negras, se utilizará una fosa séptica. Los requerimientos de agua para uso personal serán por medio de garrafones de agua potable mientras que el abastecimiento de agua para las obras será sustraído en los drenes locales previa autorización del módulo de riego y pago correspondientes, en caso de que esto no sea factible se abastecerá a través de la compra de agua en pipas.

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
ARTÍCULO 118. Los bienes nacionales a que se refiere el presente Título, podrán explotarse, usarse o aprovecharse por personas físicas o morales mediante concesión que otorgue "la Autoridad del Agua" para tal efecto. Para el caso de materiales pétreos se estará a lo dispuesto en el Artículo 113 BIS de esta Ley. Para el otorgamiento de las concesiones mencionadas en el párrafo anterior, se aplicará en lo conducente lo dispuesto en esta Ley y sus reglamentos para las concesiones de explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales, aun cuando existan dotaciones, restituciones o accesiones de tierras y aguas a los núcleos de población.	El Proyecto no ocupará bienes cuya jurisdicción corresponda a la CNA, por lo tanto no requerirá de la concesión que se menciona en esta disposición.

III.5.6 Ley General de Cambio Climático (LGCC)

La LGCC es un instrumento normativo transversal que establece las bases legales para la definición y ejecución de las políticas, acciones, órganos responsables de su aplicación y seguimiento, en materia de cambio climático.

De la lectura de la LGCC, se puede apreciar que la LGCC contiene una serie de disposiciones generales que establecen actividades de programación, planificación y ordenación hasta actividades de control y vigilancia. Asimismo, se determinan sectores concretos (energía, desarrollo urbano, protección civil, transporte, entre otros) en donde se busca implementar las disposiciones relativas a la política de adaptación y de mitigación, para combatir los efectos del cambio climático.

El amplio contenido de la LGCC hace difícil la definición e identificación de las obligaciones específicas que corresponden a los sectores que efectivamente desarrollan proyectos que buscan contribuir con los objetivos de dicha Ley.

No obstante lo anterior, se considera relevante puntualizar sobre algunas disposiciones de la LGCC en las cuales, el Proyecto, en sintonía con la meta del Gobierno Federal, busca contribuir a los objetivos generales de la LGCC, consistente en reducir las emisiones de GEI, mediante el desarrollo y operación de un proyecto de generación de energía limpia en beneficio de los sectores sociales y empresariales que se encuentran localizados en la región cercana al Proyecto.

El Proyecto representa una alternativa para la generación y suministro de energía eléctrica renovable, sustituyendo el uso de combustibles fósiles y por lo tanto, contribuyendo a la reducción de los GEI. Los artículos que se transcriben a continuación son algunos de los cuales, se acredita que el Proyecto atiende a los objetivos de mitigación de la LGCC:

> ***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 competividad, la transferencia de tecnología y el fomento del desarrollo económico;

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.*

…

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

I. Reducción de emisiones en la generación y uso de energía:

…

e) Fomentar la utilización de energías renovables para la generación de electricidad, de conformidad con la legislación aplicable en la materia.

…

III.6 Reglamentos de las Leyes Federales

III.6.1 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

La vinculación con las disposiciones aplicables del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) que se vinculan con el Proyecto “Central Eólica Cerro Iguana I” se señalan a continuación:

Artículo	Vinculación con el Proyecto
Articulo 5.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: … K) Industria Eléctrica: … I. **Construcción de plantas** nucleoeléctricas, hidroeléctricas, carboeléctricas, geotermoeléctricas, **eoloeléctricas** o termoeléctricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogás, con excepción de las plantas de generación con una capacidad menor o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales; II. **Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución**; III…… O) **Cambios de uso del suelo de áreas forestales**, así como en selvas y zonas áridas: I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;....	El proyecto eoloeléctrico Central Eólica Cerro Iguana I consiste en la instalación y operación de 51 aerogeneradores, cuya capacidad total será de 102MW, el cual, se pretende instalar en los terrenos comprendidos en el Ejido de Santo Domingo Ingenio, Municipio de Santo Domingo Ingenio, Juchitán, Oaxaca. Las actividades que se requieren desarrollar en el Proyecto “Central Eólica Cerro Iguana I” comprende: (i) la instalación de 51 aerogeneradores; (ii) la construcción de una subestación eléctrica; y (iii) la remoción de una superficie total de 18.50ha. de vegetación forestal. En este sentido, se materializan los supuestos estalecidos en el artículo 5 inciso K) fracciones I y II, e inciso O), razón por la cual se presenta esta MIA-P para que sea evaluada y autorizada por esa H. Secretaría en materia de impacto ambiental. Cabe destacar que mediante trámite separado, se presentará ante la unidad administrativa correspondiente de esa H. Secretaría, la solicitud de cambio de uso de suelo forestal con el Estudio Técnico Justificativo correspondiente. Al tratarse de un Proyecto de generación de energía renovable, los impactos que pueden generarse por la construcción y operación del mismo, están identificados en el Capítulo V; los cuales serán mitigables a través de las medidas propuestas en el Capítulo VI, por lo tanto, el Proyecto no causará desequilibrios ecológicos ni afectaciones al ambiente, ni a las poblaciones cercanas al mismo. En este sentido, se presenta esta MIA-P relativa al Proyecto “Central Eólica Cerro Iguana I” para que esa H. Secretaría lo evalúe y autorice en materia de impacto ambiental, conforme a las medidas de prevención y mitigación que se presentan.
Artículo 9.- Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización. La Información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto. La Secretaría proporcionará a los promoventes guías para facilitar la presentación y entrega de la manifestación de impacto ambiental de acuerdo al tipo de obra o	En cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 9 referido, se presenta esta MIA-P que contiene la información técnica-legal ambiental necesaria para que esa H. Secretaría cuente con los elementos suficiente para evaluar y autorizar el Proyecto “Central Eólica Cerro Iguana I” en materia de impacto ambiental.

Artículo	Vinculación con el Proyecto
actividad que se pretenda llevar a cabo. La Secretaría publicará dichas guías en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica.	
Articulo 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas; II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento; III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas. En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.	Por las características del Proyecto, se presenta una manifestación de impacto ambiental modalidad *particular*, ya que no se materializan ninguno de los supuestos señalados para la presentación de una MIA modalidad regional.
Articulo 12.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información: I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental; II. Descripción del proyecto; III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo; IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto; V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales; VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales; VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y	La presente MIA-P cumple con lo dispuesto en este artículo, ya que cada una de las fracciones señaladas en dicho artículo representa cada uno de los Capítulos de esta MIA-P. En este sentido, se cumplen con las formalidades y requisitos establecidos en el REIA, para la presentación de esta MIA-P.

Artículo	Vinculación con el Proyecto
elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.	
Artículo 14.-Cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso del suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos proyectos.	Para la instalación del Proyecto se requerirá la remoción de una superficie de 18.50ha. de vegetación forestal, lo cual representa el 0.77% del AP. Por lo que en términos del presente REIA, se solicita autorización en materia de impacto ambiental para realizar dicha remoción de vegetación forestal, para la instalación de 51 aerogeneradores. Cabe destacar, que mediante trámite separado se presentará la solicitud de cambio de uso de suelo forestal, en los términos de la LGDFS.

III.6.2 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera

Artículo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 17 bis.- Para los efectos del presente Reglamento, se consideran subsectores específicos pertenecientes a cada uno de los sectores industriales señalados en el artículo 111 bis de la Ley, como fuentes fijas de jurisdicción federal los siguientes: … J) GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA I. Generación de Energía Eléctrica: incluyendo las instalaciones que usan cualquier tipo de combustibles fósiles: líquidos, sólidos o gaseosos; y II. Generación de energía eléctrica por procedimientos no convencionales contaminantes; se excluyen las núcleo eléctricas	"Central Eólica Cerro Iguana I" es un proyecto eoloeléctrico que pretende construir y operar 51 aerogeneradores, con una capacidad total de 102 MW, en el Ejido de Santo Domingo Ingenio, Municipio de Santo Domingo Ingenio, Juchitán, Oaxaca. La generación de energía eoloeléctrica no está listada como un subsector que requiera la autorización (licencia ambiental única) de la Secretaría, por lo tanto, no es considerada una fuente fija de emisiones a la atmósfera, por lo tanto, no les son aplicables las disposiciones del Reglamento referido.

III.6.3 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Artículo	Vinculación con el Proyecto
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, el cual contendrá lo siguiente: I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante; II. Lugar y fecha; III. Datos y ubicación del predio o conjunto de predios, y IV. Superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar. Junto con la solicitud deberá presentarse el estudio técnico justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea en la que conste el acuerdo de cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, así como copia simple para su cotejo. ...	La solicitud de autorización de cambio de uso de suelo forestal que se presente ante la instancia correspondiente de esa H Secretaría, cumplirá con todos y cada uno de los requisitos señalados en el artículo referido.
Artículo 121.Los estudios técnicos justificativos a que hace referencia el artículo 117 de la Ley, deberán contener la información siguiente:	Además de cumplir con los requisitos formales y los requisitos que se deben incluir en el estudio técnico justificativo, a través de éste se demostrará lo siguiente: (i) que no se compromete la biodiversidad; (ii) no se provocará la erosión de los suelos; (iii) no habrá deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y (iv) que el uso alternativo del suelo que se propone a través de la solicitud correspondiente será más productivo a largo plazo.

III.6.4 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Artículo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 42.- Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son: … III. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida;y ...	Los residuos peligrosos serán manejados y dispuestos conforme a lo establecido en la LGPGIR, su reglamento y en las demás disposiciones aplicables de carácter estatal y municipal. Se calcula que el monto aproximado de residuos peligrosos será de aproximadamente 8.6 toneladas anuales durante la operación del Proyecto, por lo que el promovente se sujetará a las obligaciones relativas a los pequeños generadores.
Artículo 43.- Las personas que conforme a la Ley estén obligadas a registrarse ante la Secretaría como generadores de residuos peligrosos se sujetarán al siguiente procedimiento: …	El Promovente atenderá y cumplirá con las disposiciones establecidas en el presente artículo, registrándose y presentando la información requerida.
Artículo 46.- Los grandes y pequeños generadores de residuos deberán: **I.** Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen; **II.** Manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles entre sí, en los términos de las normas oficiales mexicanas respectivas, ni con residuos peligrosos reciclables o que tengan un poder de valorización para su utilización como materia prima o como combustible alterno, o bien, con residuos sólidos urbanos o de manejo especial; **III.** Envasar los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico, en recipientes cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad para su manejo conforme a lo señalado en el presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes; **IV.** Marcar o etiquetar los envases que contienen residuos peligrosos con rótulos que señalen nombre del generador, nombre del residuo peligroso, características de peligrosidad y fecha de ingreso al almacén y lo que establezcan las normas oficiales mexicanas aplicables; **V.** Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación, los residuos peligrosos en un área que reúna las condiciones señaladas en el artículo 82 del presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes, durante los plazos	Los residuos peligrosos generados durante la operación del Proyecto, los cuales serán obligación del promovente, serán manejados cumpliendo con todas medidas señaladas en el presente artículo.

Artículo	Vinculación con el Proyecto
permitidos por la Ley; **VI.** Transportar sus residuos peligrosos a través de personas que la Secretaría autorice en el ámbito de su competencia y en vehículos que cuenten con carteles correspondientes de acuerdo con la normatividad aplicable; **VII.** Llevar a cabo el manejo integral correspondiente a sus residuos peligrosos de acuerdo con lo dispuesto en la Ley, en este Reglamento y las normas oficiales mexicanas correspondientes; **VIII.** Elaborar y presentar a la Secretaría los avisos de cierre de sus instalaciones cuando éstas dejen de operar o cuando en las mismas ya no se realicen las actividades de generación de los residuos peligrosos, y **IX.** Las demás previstas en este Reglamento y en otras disposiciones aplicables.	
Artículo 82.- Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones siguientes, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular: **I.** Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento: … **II.** Condiciones para el almacenamiento en áreas cerradas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo: … En caso de incompatibilidad de los residuos peligrosos se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales.	Como se describió en el Capítulo II, durante la etapa de construcción, se contará con almacenes temporales para los residuos peligrosos los cuales cumplirán con las condiciones estipuladas en este artículo. Por otra parte, en la operación y mantenimiento habrá 1 almacén de residuos peligrosos, que se ubicarán en la correspondiente subestación. Asimismo se contará 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. En el almacén que se instale se acatará lo dispuesto en el presente artículo.
Artículo 84.-Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.	En el almacén que se instale para el resguardo de los residuos peligrosos, se llevará una bitácora para garantizar que no permanezcan por más de seis meses.

III.7 Legislación estatal

III.7.1 Ley para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos para el estado de Oaxaca

Esta Ley tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar a través de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de los residuos de manejo especial, así como la remediación de la contaminación de sitios dentro del territorio del Estado por dichos residuos.

El proyecto cumplirá en todo momento con las disposiciones locales en materia de residuos sólidos y de manejo especial para cumplir con el mandato del derecho que tiene toda persona a un medio ambiente adecuado para su bienestar y desarrollo. A continuación se citan los preceptos que tienen vinculación con el proyecto y la manera en que el proyecto cumplirá con dicho cuerpo legal.

Artículo	Vinculación con el proyecto
Artículo 4º. Esta Ley es aplicable a la gestión y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y de los residuos de manejo especial que se generen, acopien, almacenen, transporten y dispongan en el territorio del Estado. **Artículo 16.** El Instituto clasificará los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se sujetarán a planes de manejo, de conformidad con los criterios que establezca la SEMARNAT en las Normas Oficiales Mexicanas, así como las Normas Ambientales Estatales que se expidan para tales efectos, las cuales contendrán los listados de los mismos. **Artículo 41.** Es responsabilidad de toda persona física o moral: I. Minimizar la generación de residuos sólidos urbanos; II. Fomentar la clasificación, reutilización y reciclado de los residuos sólidos urbanos; … IV. Almacenar los residuos sólidos urbanos con sujeción a las normas correspondientes y facilitar la recolección;(…)	En cuanto a los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, el proyecto cumplirá con todas las disposiciones correspondientes en la materia, ya que se implementarán programas de valorización, reutilización, reciclamiento y minimización de dichos residuos para evitar en la mayor parte posible la disposición final; se contratarán empresas para la disposición final de los residuos; se hará la separación de los mismos en orgánicos, inorgánicos y de manejo especial y en caso de que le resulte aplicable por el volumen de residuos de manejo especial generados, se implementará y llevará a cabo el Plan de Manejo de Residuos. Asimismo, se contará con un almacén que cumpla con los requisitos para este tipo de residuos, todo ello durante las etapas de preparación de sitio, construcción y operación.

III.7.2 Ley del equilibrio ecológico del estado de Oaxaca

Aunque el proyecto es de competencia federal, sin embargo existen disposiciones estatales aplicables al proyecto como lo son los bancos de material y los sistemas de transporte almacenamiento y disposición de residuos sólidos e industriales no peligrosos.

En ese sentido, a continuación se citan los preceptos que resultan aplicables al proyecto.

Artículo	Vinculación con el proyecto
ARTICULO 4.- Son asuntos de competencia del Estado a través del Instituto: … **XII.-** Regular con fines ecológicos, en coordinación con los Municipios, el aprovechamiento de los minerales o sustancias que constituyan depósitos naturales semejantes a los componentes de los terrenos destinados a la fabricación de materiales para la construcción u ornamento; **XIV.-** Regular los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de residuos sólidos e industriales no peligrosos; (…)	El proyecto cumplirá con las disposiciones correspondientes en materia de materiales para la construcción y para ello se ha obtenido el permiso para la extracción de material de un banco autorizado. De igual manera se cumplirá con las disposiciones sobre el manejo y disposición de residuos sólidos urbanos y de manejo especial contratando empresas autorizadas por el Estado para tales fines.

III.8 Normas Oficiales Mexicanas

Las Normas Oficiales Mexicanas aplicables al Proyecto “Central Eólica Cerro Iguana I” son las siguientes:

Norma Oficial Mexicana	Que establece	Vinculación con el Proyecto
Emisiones de fuentes móviles		
NOM-041-SEMARNAT-2006	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Esta norma oficial mexicana es de observancia obligatoria para los propietarios o legal poseedores, de los vehículos automotores que circulan en el país, que usan gasolina como combustible, así como para los responsables de los Centros de Verificación, y en su caso Unidades de Verificación, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menos de 400 kilogramos, motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las

Norma Oficial Mexicana	Que establece	Vinculación con el Proyecto
		industrias de la construcción y minera. Para las etapas de preparación del sitio, construcción y operación se utilizarán vehículos automotores que utilizarán gasolina como combustible, por lo que e contempla que estos procesos de combustión generen cambios temporales en la concentración de gases: monóxido de carbono (CO), hidrocarburos no quemados (HC), óxidos de nitrógeno (NOx) y óxidos de azufre (SOx). Los vehículos que sean responsabilidad del promovente estarán bajo constante mantenimiento y serán sometidos a verificación vehicular que les corresponda, para asegurar que aquéllos cumplan con los límites máximos permisibles establecidos en la NOM referida.
NOM-044-SEMARNAT-2006	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.	Los vehículos automotores que se lleguen a utilizar para la construcción y en su caso, para la operación del Proyecto, y que utilicen diesel, estarán bajo revisiones y verificaciones periódicas para asegurar que cumplen con los límites máximos permisibles de la NOM de referencia.
NOM-045-SEMARNAT-1996	Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible	Durante la preparación del sitio y construcción, el promovente utilizará vehículos que utilicen diesel. Estos vehículos estarán sujetos a verificaciones y revisiones periódicas para asegurar que se cumpla con los límites máximos permisibles de opacidad de humo que se regula en la NOM de referencia.

Norma Oficial Mexicana	Que establece	Vinculación con el Proyecto
Residuos peligrosos		
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos	Aquellos residuos peligrosos que se generen durante las distintas etapas del Proyecto serán clasificados de acuerdo con los criterios que se establecen en la NOM referida y serán manejados y dispuestos conforme a lo señalado en la LGPGIR, su Reglamento y demás disposiciones aplicables.
Flora y fauna		
NOM-059-SEMARNAT-2010	Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo.	En el Capítulos IV de la presente MIA-P, se ha tomado en cuenta esta norma para determinar cuáles de las especies de flora y fauna registradas en el Área del Proyecto se encuentran bajo algún estatus de protección. Respecto a las especies de flora, de las 46 especies registradas ninguna de ellas se encuentra bajo algún estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010; asimismo de las 141 especies de fauna, 20 están listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Tal como se describe en el Capítulo VI, se elaborará e implementará Programa de Manejo y Rescate de Vertebrados Silvestres, el cual, estará enfocado principalmente hacia estas especies.
Contaminación por ruido		
NOM-080-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	Los vehículos automotores que sean responsabilidad del promovente, serán verificados y supervisados periódicamente, con el propósito de que se cumplan con los límites máximos permisibles de ruido establecidos en la NOM de referencia.

III.9 Áreas Naturales Protegidas

El Sistema Ambiental (SA) no comprende o colinda con ningún Área Natural Protegida de carácter federal o estatal. Las áreas naturales protegidas más cercanas son el Parque Ecológico Regional del Istmo ubicado 21.26 km al oeste del SA; la Reserva de la Biósfera La Sepultura que se encuentre 49.94 km al este del polígono del SA y la Reserva de la Biósfera Selva El Ocote, cuyo límite de su zona de amortiguamiento se encuentra aproximadamente 85.94 km al noreste del SA.

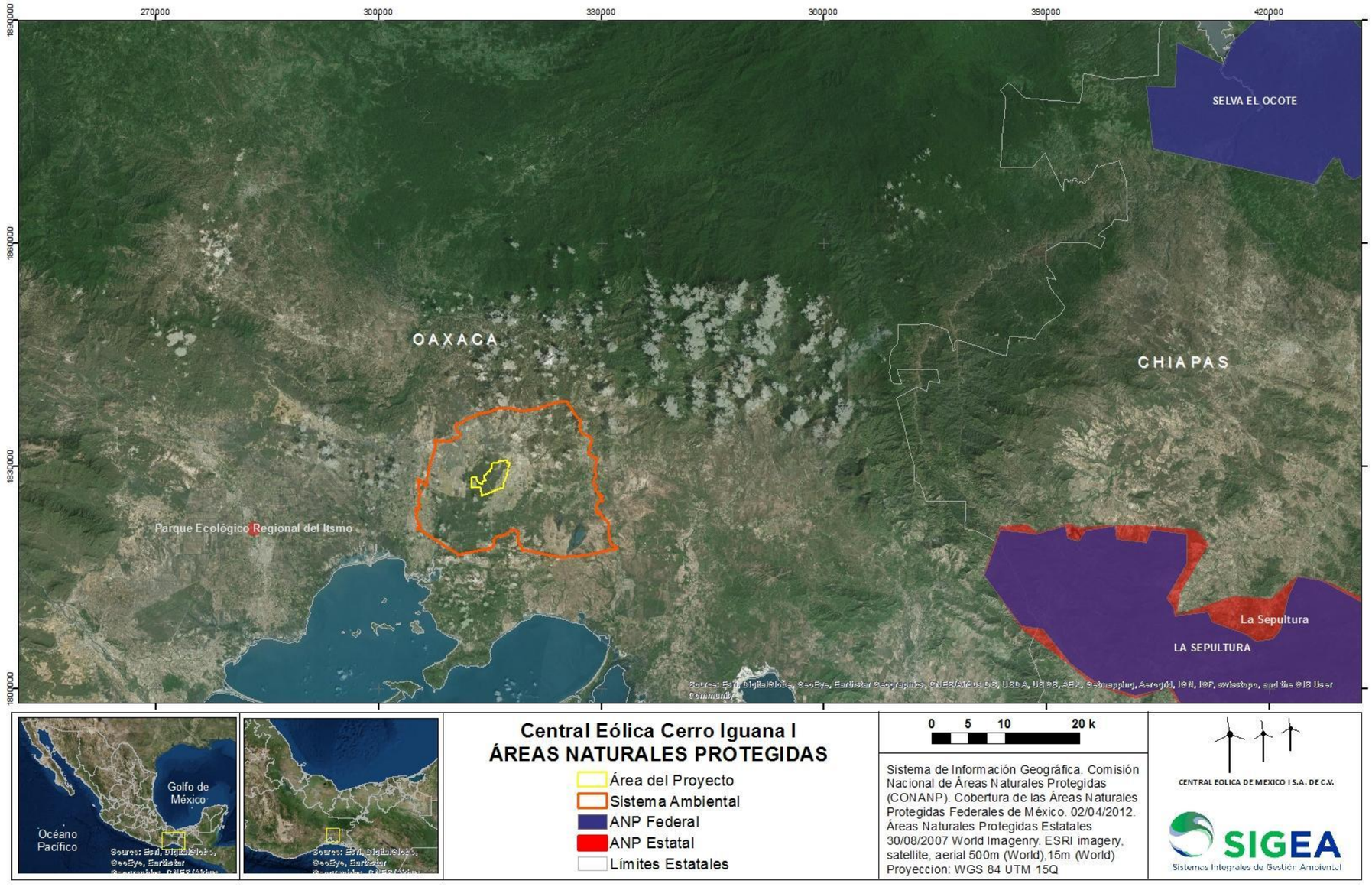


Figura III–2. Localización del SA y del AP con respecto a los polígonos de las ANP más cercanas.

Por esta razón no se presenta vinculación legal con instrumento normativo alguno en esta materia.

III.10 Regionalización de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)

La CONABIO llevó a cabo un proyecto para la identificación de las Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad, en donde se buscó detectar las áreas del territorio nacional con una riqueza física y biótica que favorezcan las condiciones de la biodiversidad en distintos ámbitos ecológicos. Así fue que se llegó a la determinación de: (i) las Regiones Hidrológicas Prioritarias; (ii) Regiones Terrestres Prioritarias; (iii) Regiones Prioritarias Marinas; y (iv) Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.

En estricto sentido, no existe regulación específica sobre las Regiones Prioritarias ni mucho menos, disposiciones restrictivas que impidan la realización de obras y actividades. Sin embargo, la designación de superficies como Regiones Prioritarias, trae consigo una obligación de ejecutar actividades de conservación y de protección de la biodiversidad y del ecosistema en general, que pueden contribuir a aminorar los impactos negativos que determinadas obras o actividades pudieran causar.

III.10.1 Regiones terrestres prioritarias (RTP)

El polígono del Proyecto y su SA no se encuentran comprendidos dentro de una RTP.

La RTP más cercana al Proyecto es la RTP 132, denominada “Selva Zoque-La Sepultura” y el límite sur de ésta se ubica a aproximadamente 1 km al norte del SA, por lo que el Proyecto no tendrá influencia alguna sobre el ecosistema de dicho RTP.

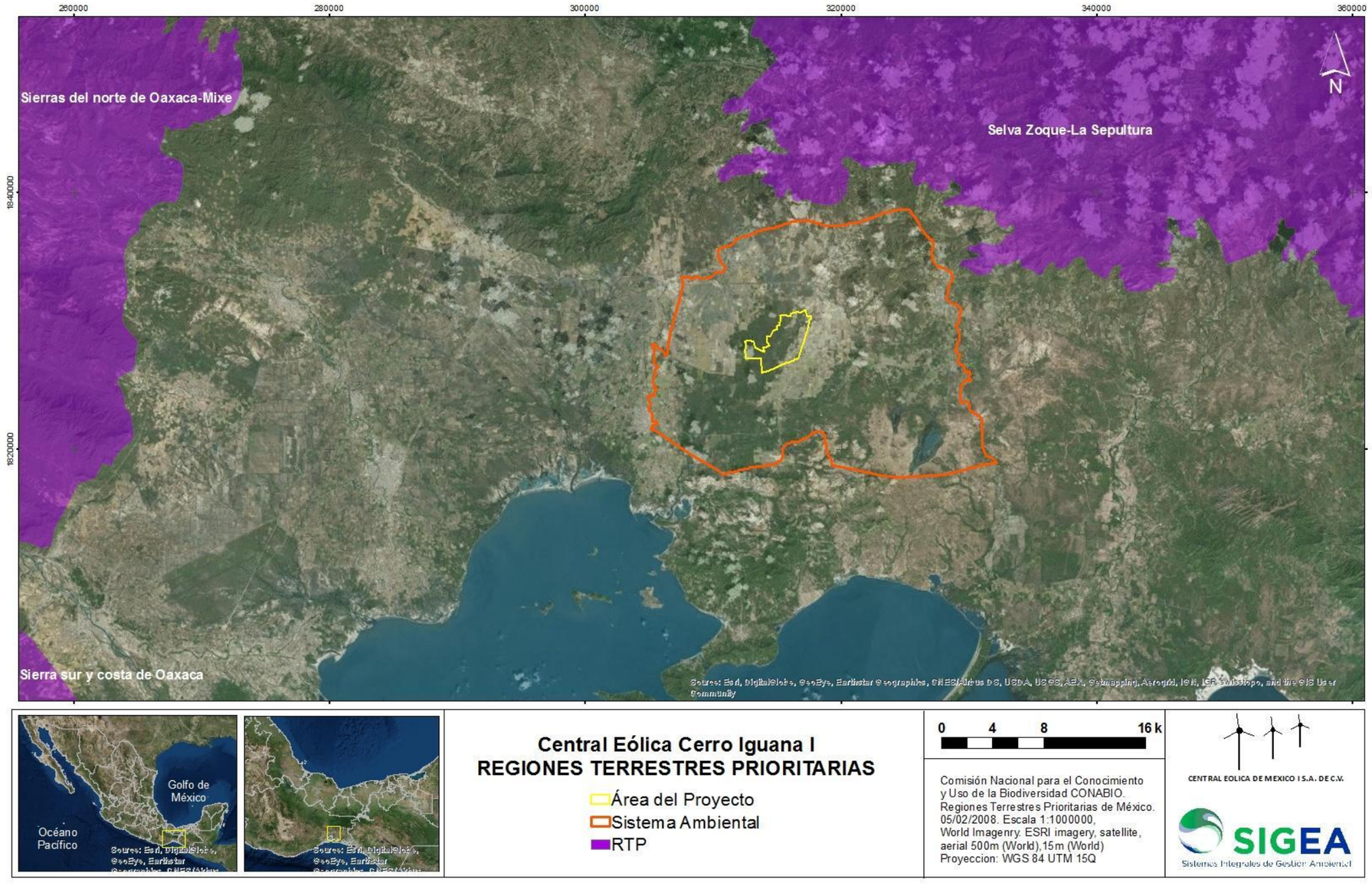


Figura III–3. Localización del SA y los polígonos de las RTP más cercanas.

III.10.2 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

El Proyecto no se encuentra localizado dentro de ninguna RHP; la más cercana corresponde a la RHP 81 denominado “Cuenca Media y Alta del Río Coatzacoalcos” localizada a unos 10.83 km del límite del SA.

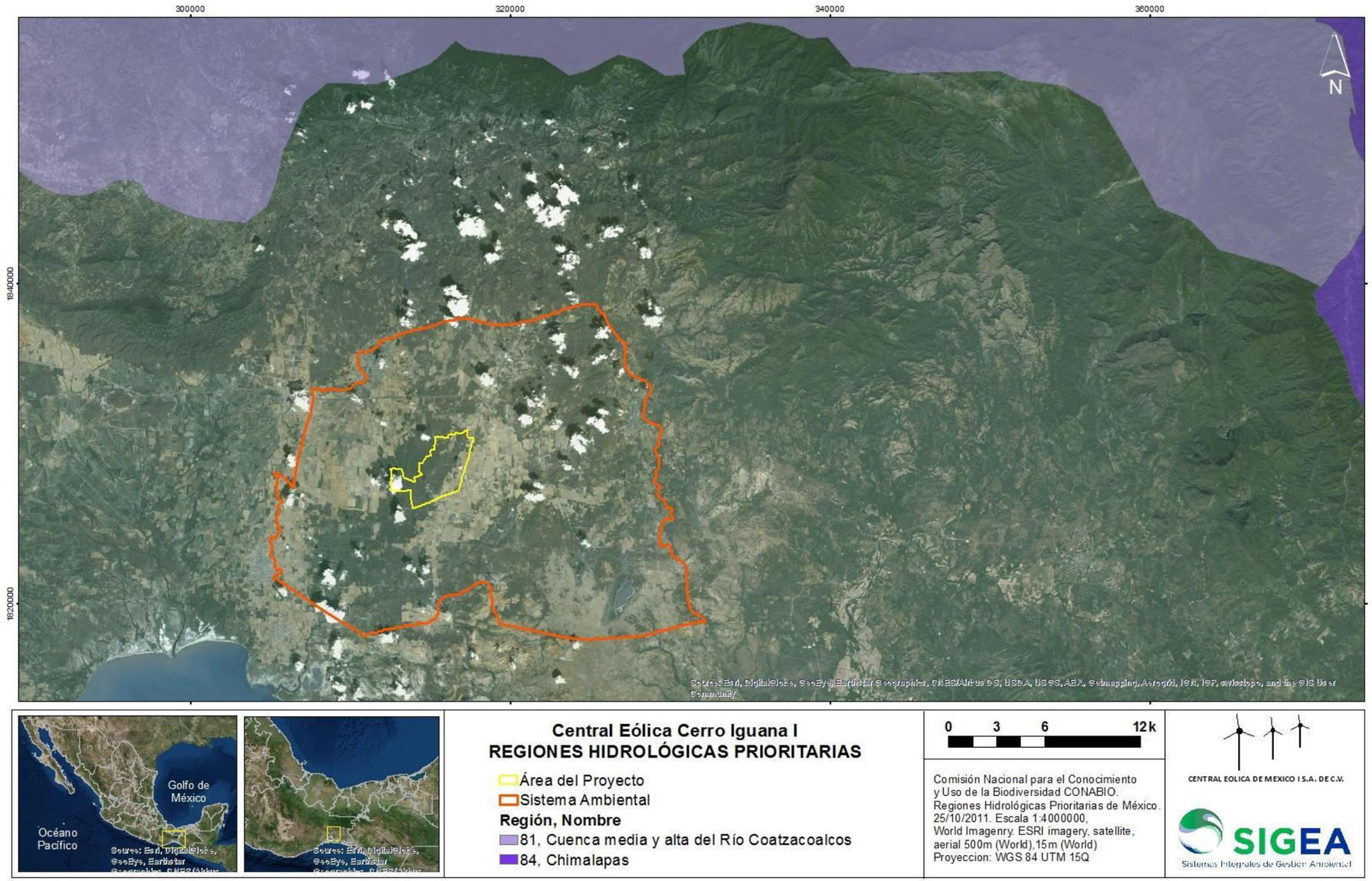


Figura III–4. Localización del SA y del AP con relación a las RHP más cercanas.

III.10.3 Regiones Marinas Prioritarias (RMP)

El Proyecto no se encuentra ubicado a ninguna RMP; sin embargo, el SA colinda e incluso alcanza a traslapar en 1.4 km con la RMP No. 37 conocida como “Laguna Superior en Inferior”, tal como se muestra en el siguiente mapa, y se encuentra a casi 7 km del AP. La instalación y operación de los aerogeneradores no generará impacto o influencia alguna sobre la RMP, toda vez que por sus características, éstos no alterarán las corrientes y la biodiversidad misma de la RMP.

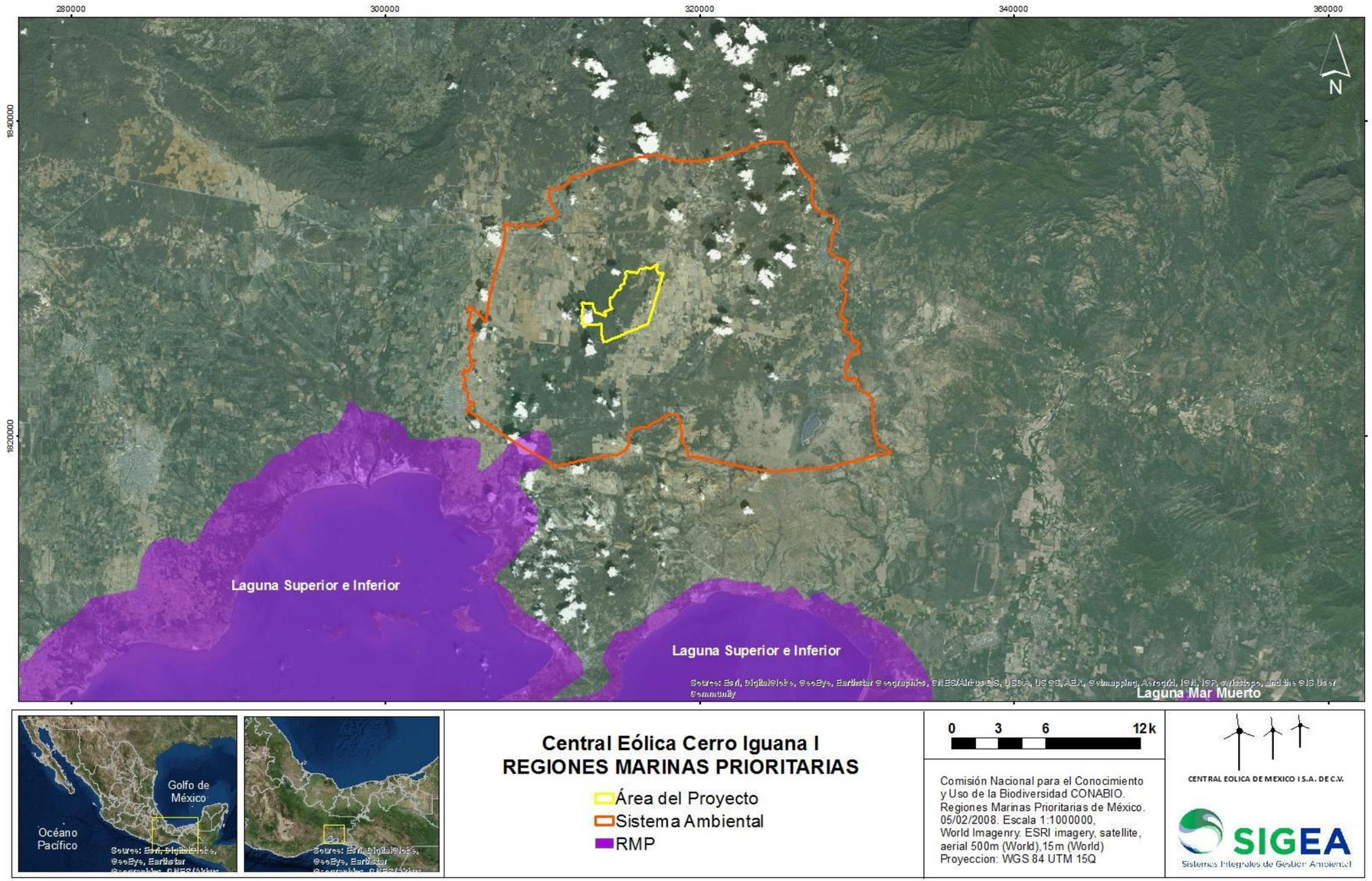


Figura III–5. Localización del SA y del AP con relación a las RMP más cercanas.

III.10.4 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)

El proyecto no se encuentra comprendido dentro de zona alguna que esté considerada como un AICA. Existen algunas AICAS relativamente cercanas al Proyecto. Las más próximas son la número 157 “Chimalpas” y la 11 “Sierra Norte”, ubicadas a una distancia de aproximadamente 10.84 y 78.76 km respectivamente. No se espera que el Proyecto tenga alguna influencia sobre estas áreas.

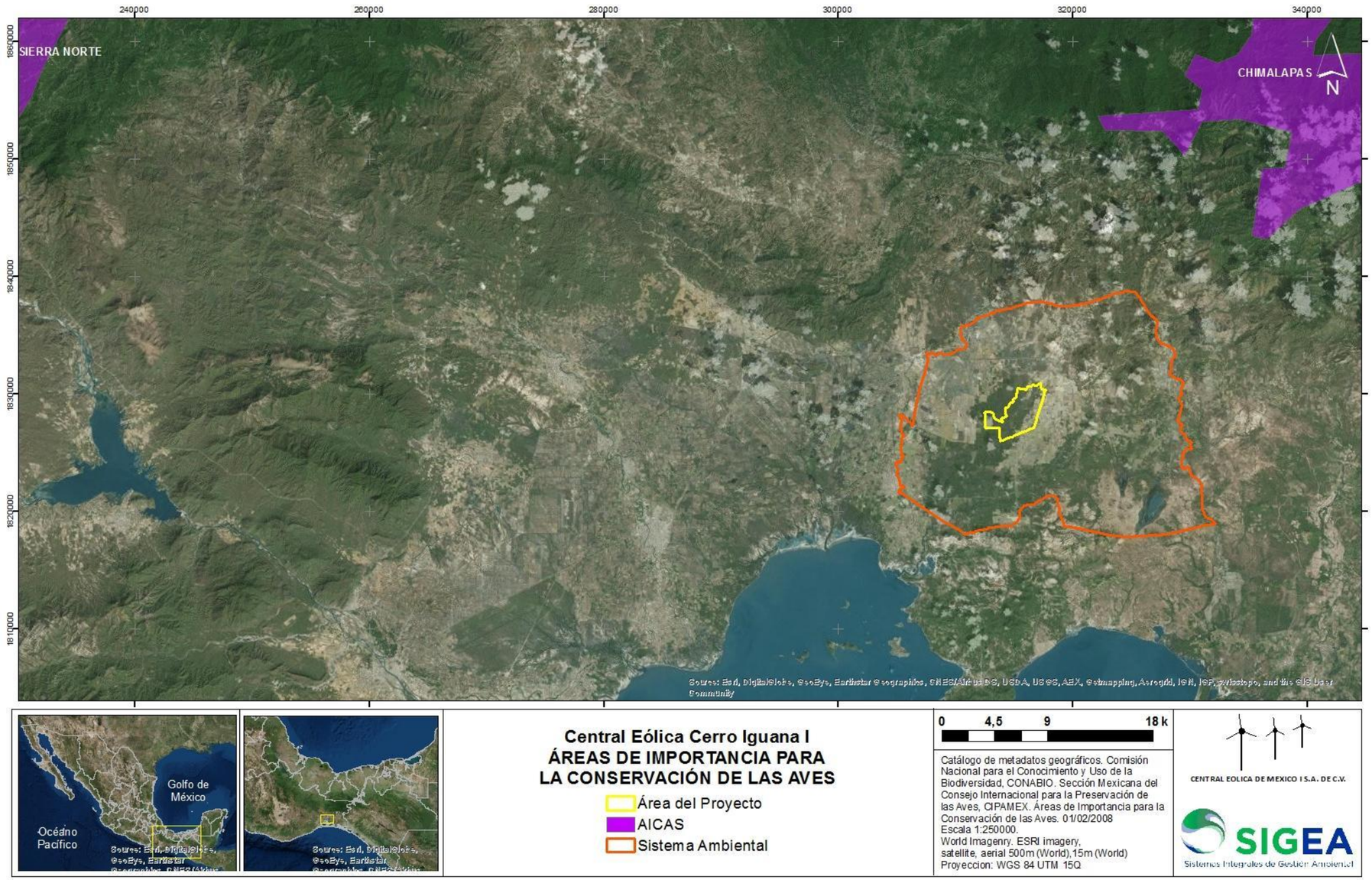


Figura III–6. Localización del SA y los polígonos de las AICAs más cercanas.

CAPÍTULO IV

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

CONTENIDO

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 115

IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 115

IV.1.1 Ubicación geográfica del área del proyecto 115
IV.1.2 Delimitación del Sistema Ambiental (SA) 117

IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SA 127

IV.2.1 Medio abiótico 138
IV.2.2 Medio biótico 159

IV.3 FAUNA 183

IV.4 PAISAJE 200

IV.4.1 Medio socioeconómico 201

IV.5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 217

FIGURAS

Figura IV–1. Ubicación del Área del Proyecto “Central Eólica Cerro Iguana I”. 116

Figura IV–2. Criterio 1 para la delimitación del SA: Sistema de Topoformas. 121

Figura IV–3. Criterio 2 para la delimitación del SA: Escurrimientos superficiales. 122

Figura IV–4. Criterio 3 para la delimitación del SA: Límites geopolíticos. 123

Figura IV–5. Delimitación del SA del proyecto. 124

Figura IV–6. Poligonal del Sistema Ambiental delimitado para el Proyecto “Central Eólica Cerro Iguana I”. 126

Figura IV–7. Localización del SA y del AP con respecto a los polígonos de las ANP más cercanas. 129

Figura IV–8. Localización del SA y del AP con respecto al polígono de la RTP-132 Selva Zoque 131

Figura IV–9. Localización del SA y del AP con respecto a los polígonos de las AICAs más cercanas. 133

Figura IV–10. Localización del SA y del AP con relación a la RHP Cuenca Baja del Río Balsas y RHP Chimalapas. 135

Figura IV–11. Localización del SA y del AP con relación a la RMP Laguna Superior e Inferior. 137

Figura IV–12. Unidades climáticas en el SA del proyecto. 139

Figura IV–13. Temperatura media anual en el SA del proyecto. 141

Figura IV–14. Precipitación media anual en el SA del proyecto. 143

Figura IV–15. Provincias fisiográficas con relación al SA del proyecto. 147

Figura IV–16. Subprovincias fisiográficas con relación al SA del proyecto. 148

Figura IV–17. Sistema de Topoformas en el SA del proyecto. 149

Figura IV–18. Geología en el SA del proyecto. 151

Figura IV–19. Zonificación de sismicidad en la República Mexicana, incluyendo el SA del proyecto. 153

Figura IV–20. Edafología del SA del proyecto. 155

Figura IV–21. Cuencas hidrológicas en el SA del proyecto. 157

Figura IV–22. Hidrología en el SA del proyecto. 158

Figura IV–23. Usos de suelo y/o vegetación en el SA del proyecto. 161

Figura IV–24. Usos de suelo y vegetación presentes en el área del proyecto (AP). 170

Figura IV–25. Sitios de muestreo de vegetación. 172

Figura IV–26. Porcentaje de especies por familia. 174

Figura IV–27. Representación gráfica del IVI calculado para cada especie registrada en las áreas cubiertas por Selva Baja Caducifolia. 180

Figura IV–28. Proporción de especies identificadas por grupo de vertebrados, para el área de estudio. 185

Figura IV–29. Abundancia de las especies de vertebrados terrestres en el SA del proyecto. En color rojo se señala la abundancia de las especies que se encuentran dentro de alguna de las categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. 187

Figura IV–30. Regionalización del Estado de Oaxaca. 202

Figura IV–31. Distribución de los principales sectores productivos en Santo Domingo Ingenio, Unión Hidalgo y Santiago Niltepec, Oaxaca. 208

Figura IV–32. Distribución de la población por condición de actividad económica. 210

Figura IV–33. Grado de marginación en la Región Istmo y en los municipios de Santo Domingo Ingenio, Unión Hidalgo y Santiago Niltepec, Oaxaca 216

TABLAS

Tabla IV–1. Temperatura media mensual y anual en el área de estudio. 140

Tabla IV–2. Precipitación media mensual y anual, evaporación y número de días con lluvia en el área de estudio. 142

Tabla IV–3. Eventos sísmicos registrados con epicentro cercano al municipio de Unión Hidalgo, Oaxaca. 152

Tabla IV–4. Tipos de vegetación y uso de suelo reportados dentro del SA definido para el proyecto. 160

Tabla IV–5. Tipos de vegetación y uso de suelo reportados dentro del AP. 167

Tabla IV–6. Superficie de ocupación de proyecto. 167

Tabla IV–7. Superficie de ocupación real de proyecto, separada por concepto. 168

Tabla IV–8. Superficie de ocupación real de proyecto, separada por USV. 169

Tabla IV–9. Superficie de ocupación real de proyecto, separada en terrenos forestales y no forestales. 169

Tabla IV–10. Riqueza de especies identificadas durante la fase de campo en las áreas cubiertas por Selva Baja Caducifolia. 173

Tabla IV–11. Densidad absoluta y relativa estimada mediante la fase de campo realizada en las áreas cubiertas por Selva Baja Caducifolia. 175

Tabla IV–12. Altura y diámetro promedio estimado por especie, derivada del levantamiento de sitios de muestreo en las superficies cubiertas por Selva Baja Caducifolia. 177

Tabla IV–13. IVI calculado para cada estrato presente en las áreas cubiertas por Selva Baja Caducifolia. 178

Tabla IV–14. Índice de Shannon calculado para la asociación de vegetación de Selva Baja Caducifolia..... 181

Tabla IV–15. Categorías de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010..... 189

Tabla IV–16. Especies endémicas a México registradas en el área de estudio. 190

Tabla IV–17. Categorías taxonómicas de la herpetofauna registrada en el área de estudio..... 192

Tabla IV–18. Categorías taxonómicas de la mastofauna observada en el área de estudio. 194

Tabla IV–19.Categorías taxonómicas de la avifauna observada en el área de estudio..... 196

Tabla IV–20.Población municipal de Santo Domingo Ingenio, Unión Hidalgo y Santiago Niltepec Oaxaca 1990-2010. 203

Tabla IV–21. Indicadores de Población de Santo Domingo Ingenio, Unión Hidalgo y Santiago Niltepec, Oaxaca 1990-2010. 204

Tabla IV–22. Población total por lugar de nacimiento en los municipios de Santo Domingo Ingenio, Unión Hidalgo y Santiago Niltepec, Oaxaca 2010. 206

Tabla IV–23. Distribución de la población por condición de actividad económica según sexo en los municipios de Santo Domingo Ingenio, Unión Hidalgo y Santiago Niltepec, Oaxaca 2010. 209

Tabla IV–24. Población de 15 años y más por nivel y grado de escolaridad en los municipios de Santo Domingo Ingenio, Unión Hidalgo y Santiago Niltepec, Oaxaca 2010. 211

Tabla IV–25. Producto Interno Bruto en los municipios de Santo Domingo Ingenio, Unión Hidalgo y Santiago Niltepec, Oaxaca 2005. 212

Tabla IV–26. Índice de Desarrollo Humano en Santo Domingo Ingenio, Unión Hidalgo y Santiago Niltepec, Oaxaca 2005. 212

Tabla IV–27. Indicadores de Desarrollo Humano para Santo Domingo Ingenio, Unión Hidalgo y Santiago Niltepec, Oaxaca 2005. 213

Tabla IV–28. Indicadores de Marginación en Santo Domingo Ingenio, Unión Hidalgo y Santiago Niltepec, Oaxaca 2010. 214

Tabla IV–29. Índice de Marginación de Santo Domingo Ingenio, Unión Hidalgo y Santiago Niltepec, Oaxaca 2010.215

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

En este capítulo se delimita y describe al Sistema Ambiental (SA) en el cual se ubica el Área del Proyecto (AP) destinado para el emplazamiento del proyecto *"Central Eólica Cerro Iguana I"* en el municipio de Santo Domingo Ingenio, y se analiza su problemática ambiental, tomando en cuenta las características bióticas y abióticas, así como las principales actividades productivas que se llevan a cabo en el área del proyecto.

IV.1 Delimitación del área de estudio

IV.1.1 Ubicación geográfica del área del proyecto

El proyecto consiste en la instalación de un parque eólico con capacidad de 102 MW, el cual se ubicará en predios del municipio de Santo Domingo Ingenio, Distrito de Juchitán de Zaragoza, en el Estado de Oaxaca (**Figura IV–1**). La tabla con las coordenadas geográficas del polígono del área del proyecto se puede consultar en el Capítulo II de este mismo estudio.

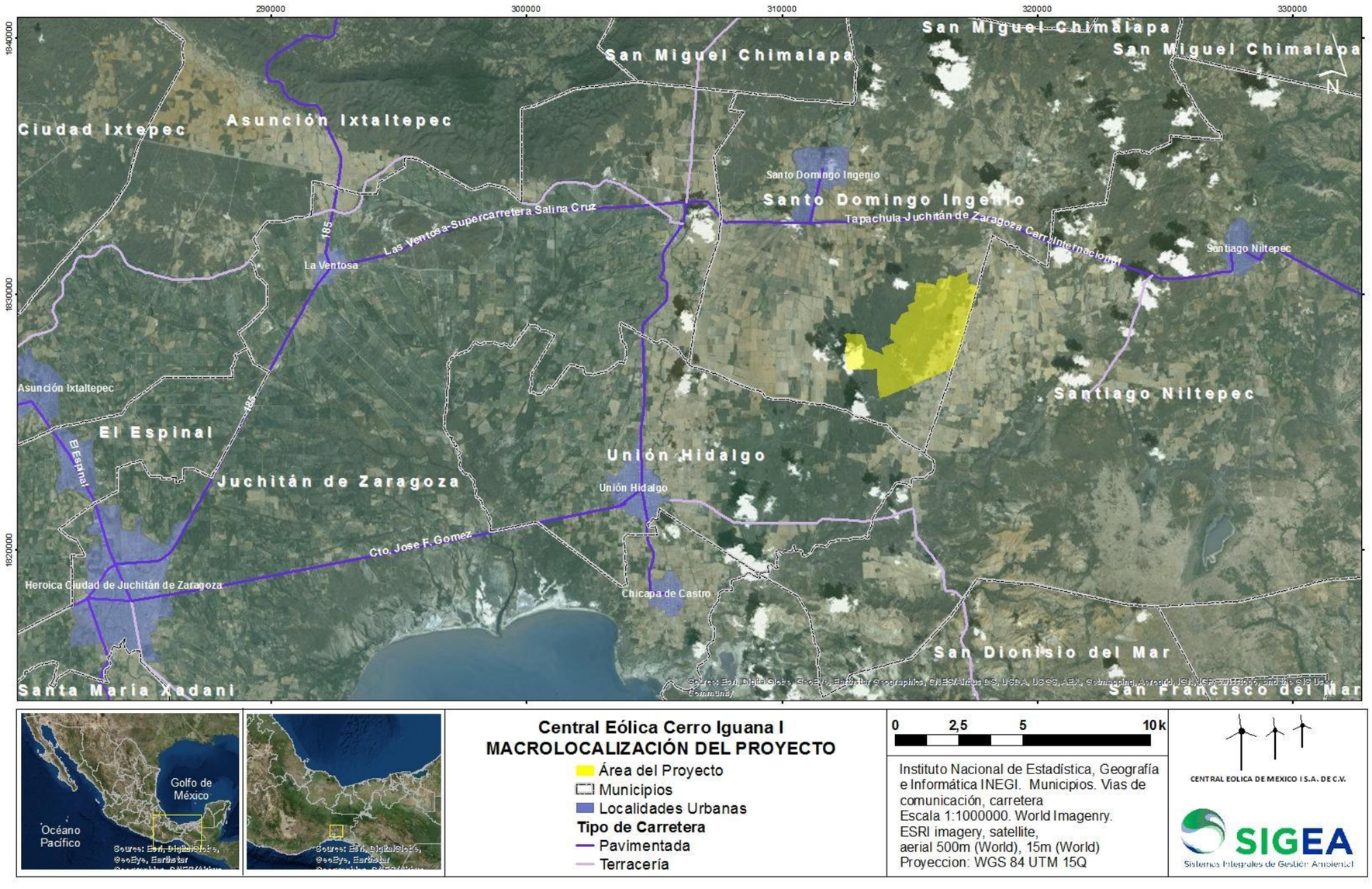


Figura IV–1. Ubicación del Área del Proyecto "Central Eólica Cerro Iguana I".

IV.1.2 Delimitación del Sistema Ambiental (SA)

El concepto de Sistema Ambiental (SA) puede tener diversas connotaciones, sin embargo, desde el punto de vista ambiental, éste puede definirse como el espacio geográfico conformado por un ecosistema o conjunto de ecosistemas, comprendidos como unidades funcionales, cuya interacción comprende los subsistemas culturales, económicos y sociales**.**

Para efecto de la delimitación del sistema ambiental existen diversos criterios y metodologías aplicadas, tales como:

1. Por ecosistemas homogéneos.
2. Por zonificaciones de instrumentos de política ambiental (UGA´s), en caso de que existan programas de ordenamientos ecológicos, o incluso por la existencia de regiones prioritarias para el mantenimiento de la biodiversidad.
3. Por los límites de usos del suelo existentes y el avance de fronteras de perturbación antrópica.
4. Por el comportamiento del patrón hidrológico superficial en la conformación de cuencas, subcuencas y microcuencas.
5. Por el alcance del efecto de un impacto ambiental significativo o relevante.
6. Por el cumplimiento de disposiciones normativas en materia ambiental que definen áreas geográficas de estudio.
7. Por límites geopolíticos, cuando el alcance del proyecto o su interacción, coincida con alguna unidad geoespacial o administrativa.

Para la delimitación del Sistema Ambiental (SA) del Proyecto *"Central Eólica Cerro Iguana I"* a ubicarse en el municipio de Santo Domingo Ingenio, Oaxaca, además de considerar las disposiciones establecidas en la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental, que hacen referencia a la ubicación y dimensiones del proyecto, el tipo de obra y de actividades a desarrollar, se tomó en cuenta la identificación de espacios naturales y/o antrópicos, principalmente los cambios en la topografía del terreno, la presencia de barreras naturales (ríos) y los límites entre los municipios, que desde el punto de vista de desarrollo social y económico, corresponde a un aspecto de gran relevancia en cuanto a los propios alcances de este proyecto.

Además de la naturaleza del proyecto, para la delimitación del SA se tomó en cuenta la interacción que éste tendrá con procesos bióticos, abióticos y socioeconómicos regionales; para ello fue necesaria la creación de un Sistema de Información Geográfico (SIG) base —empleando el software ESRI ArcGIS 9.3—, proyectado en coordenadas de la Universal Transversa de Mercator (UTM Z15), conteniendo los conjuntos vectoriales de INEGI escala 1:1,000,000 correspondientes al Estado de Oaxaca, así como la carta topográfica del Estado, escala 1:1,200,000 en formato raster.

Con la información antes mencionada, y mediante la sobreposición de mapas con ayuda del programa ArcMap 9.3, se realizó la delimitación del SA, tomando como principales criterios: el sistema de topoformas, los escurrimientos de agua superficiales, y las fronteras geopolíticas municipales. Esto debido a que no existen instrumentos de política ambiental que puedan ser utilizados para dicho ejercicio de delimitación.

A continuación se describen los criterios que fueron empleados para obtener la delimitación del SA de este proyecto:

Criterio 1: Topografía

Como primer criterio para delimitar el SA se utilizaron los cambios de topografía existentes en la zona. El sur del Istmo de Tehuantepec constituye una amplia planicie costera que pertenece a la provincia fisiográfica de la Planicie Costera del Suroeste, cuya anchura varía de entre 10 y 20 km. Las cadenas montañosas de hasta 3,000 m se interrumpen al sur para dar origen a la Planicie Costera del Istmo de Tehuantepec. La altitud de la planicie varía de entre 10 y 50 msnm, y la geomorfología dominante consiste en lomeríos de baja altitud con pendientes poco pronunciadas. La mayoría de lomeríos no alcanza los 175 m de altitud, además de que no ocupan grandes extensiones ni se distribuyen de manera continua.

La región meridional ha sido moldeada por procesos agradacionales, en la que depósitos marinos y eólicos forman barras que originan lagunas, las cuales no se consideran como lagunas de barrera, sino que se trata de valles sumergidos y que actualmente se encuentran sujetos a una continua emersión con gran aporte de detritos, lo que se ha destacado por la presencia de terrazas marinas al pie de la sierra.

El Área del Proyecto se localiza en la Planicie Costera del Istmo de Tehuantepec —que fisiográficamente, pertenece a la subprovincia fisiográfica de las Llanuras Costeras del Istmo—, la cual se encuentra restringida al norte por el incremento en las elevaciones montañosas de la Sierra de Tolistoque y al sur por una zona de lomerío y el sistema costero de las Lagunas Superior e Inferior.

A partir del análisis espacial de la topografía, se determinó como primera aproximación para acotar el SA, que éste debía quedar circunscrito a la planicie costera, toda vez que el incremento en la elevación del terreno conlleva a transformaciones de la cubierta vegetal y en general de todo el ecosistema de la planicie. **Figura IV–2**.

Criterio 2: Cuerpos de agua superficiales

Como segundo criterio para delimitar el SA del proyecto, se tomó en cuenta a los ríos Niltepec y Chicapa (también conocido como rio Espíritu Santo), como límites válidos para la delimitación este y oeste del SA, considerando que hacen las veces de una barrera física que circunscribe dentro del polígono resultante, un mosaico de tierras utilizadas para la agricultura de riego y de temporal, asimismo no se prevé que los impactos ambientales puedan tener un alcance superior a sus límites. (**Figura IV–3**).

Criterio 3: Límites geopolíticos

Como es bien sabido, las fronteras geopolíticas no necesariamente coinciden con los límites naturales de los ecosistemas, sin embargo para la definición del SA de este proyecto se determinó utilizar también los límites municipales, de modo que queden excluidos del SA municipios que no tienen relación alguna con el proyecto y su área de influencia. En este sentido, quedan dentro del SA, el municipio de Santo Domingo Ingenio (donde se desarrollará en su totalidad el proyecto), ya que son los pobladores de este municipio los propietarios y arrendadores de las parcelas en las que quedará instalada la infraestructura del proyecto (y en las que se desarrollarán las distintas medidas de compensación y mitigación que determinen las autoridades ambientales competentes), así como los que recibirán dividendos de la generación de la energía eléctrica.

Por otro lado, dado que el proyecto no se puede concebir de una manera aislada sin tomar en cuenta el desarrollo social y económico que prevalece sobre la región en que se inserta, así como los beneficios o potenciales afectaciones que el proyecto en sus distintas etapas implicará para los pobladores de los núcleos poblacionales más próximos, se decidió incluir dentro del SA a los municipios de Unión Hidalgo por su cercanía con el área del proyecto, y a Santiago Niltepec ya que todo el límite oriente del AP, es colindante con este municipio; y desde el punto de vista social y económico, serán los pobladores de estos municipios —junto con los de Santo Domingo Ingenio— los que representan una potencial fuerza de trabajo para la instalación y operación del proyecto.

De esta manera, el límite suroeste de la poligonal del SA quedó delimitado por la frontera entre Unión Hidalgo y San Dionisio del Mar; el límite sureste por la frontera entre Santiago Niltepec y San Francisco Ixhuatán; una pequeña porción del límite noreste, por la frontera entre Santo Domingo Ingenio y Santiago Niltepec; y por último la porción noroeste por la división entre Santo Domingo Ingenio y Juchitán de Zaragoza (**Figura IV–4**).

Por último se llevó a cabo la sobreposición de mapas con los criterios antes mencionados obteniendo la poligonal del SA del proyecto (**Figura IV–5**).

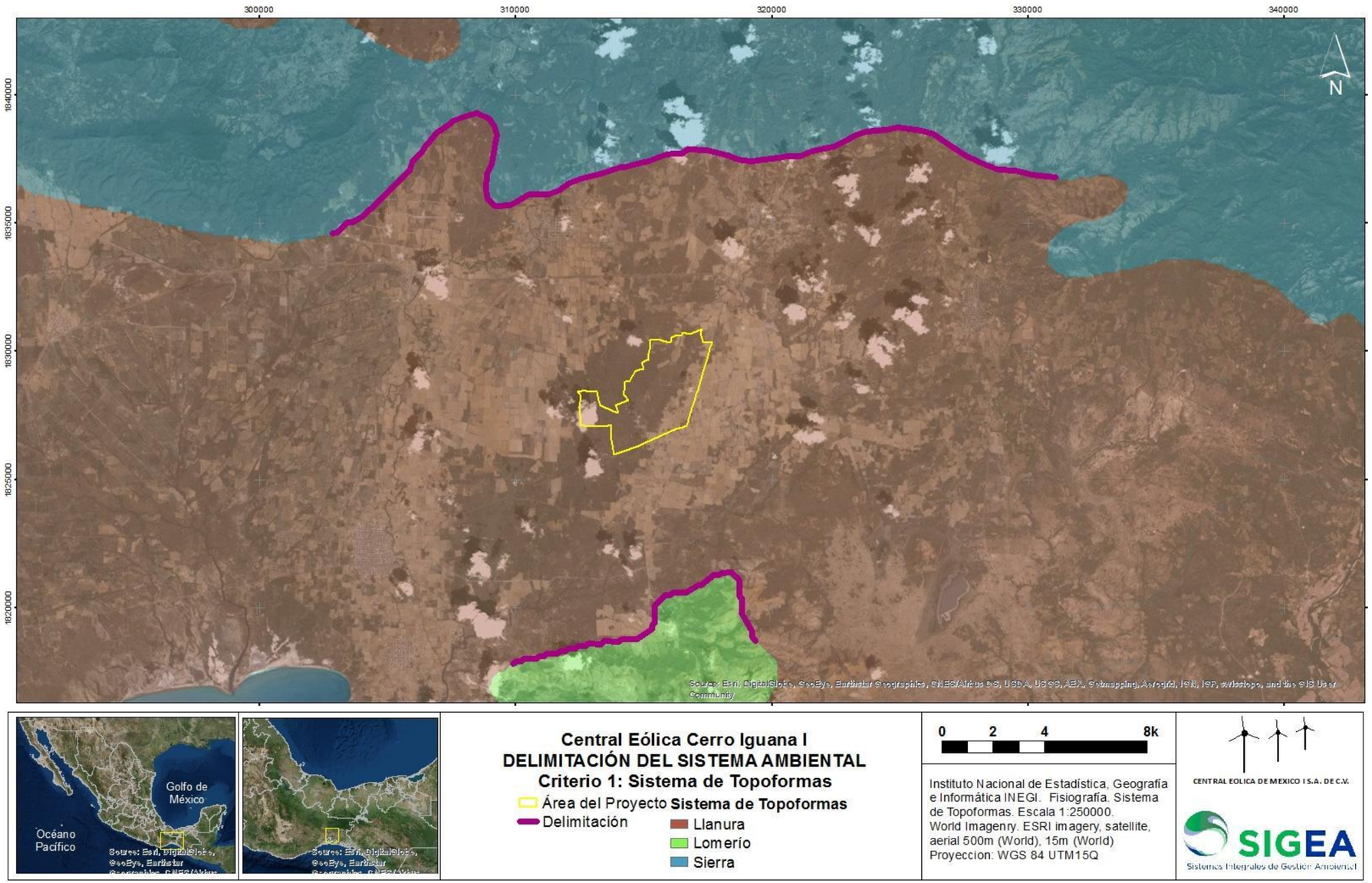


Figura IV–2. Criterio 1 para la delimitación del SA: Sistema de Topoformas.

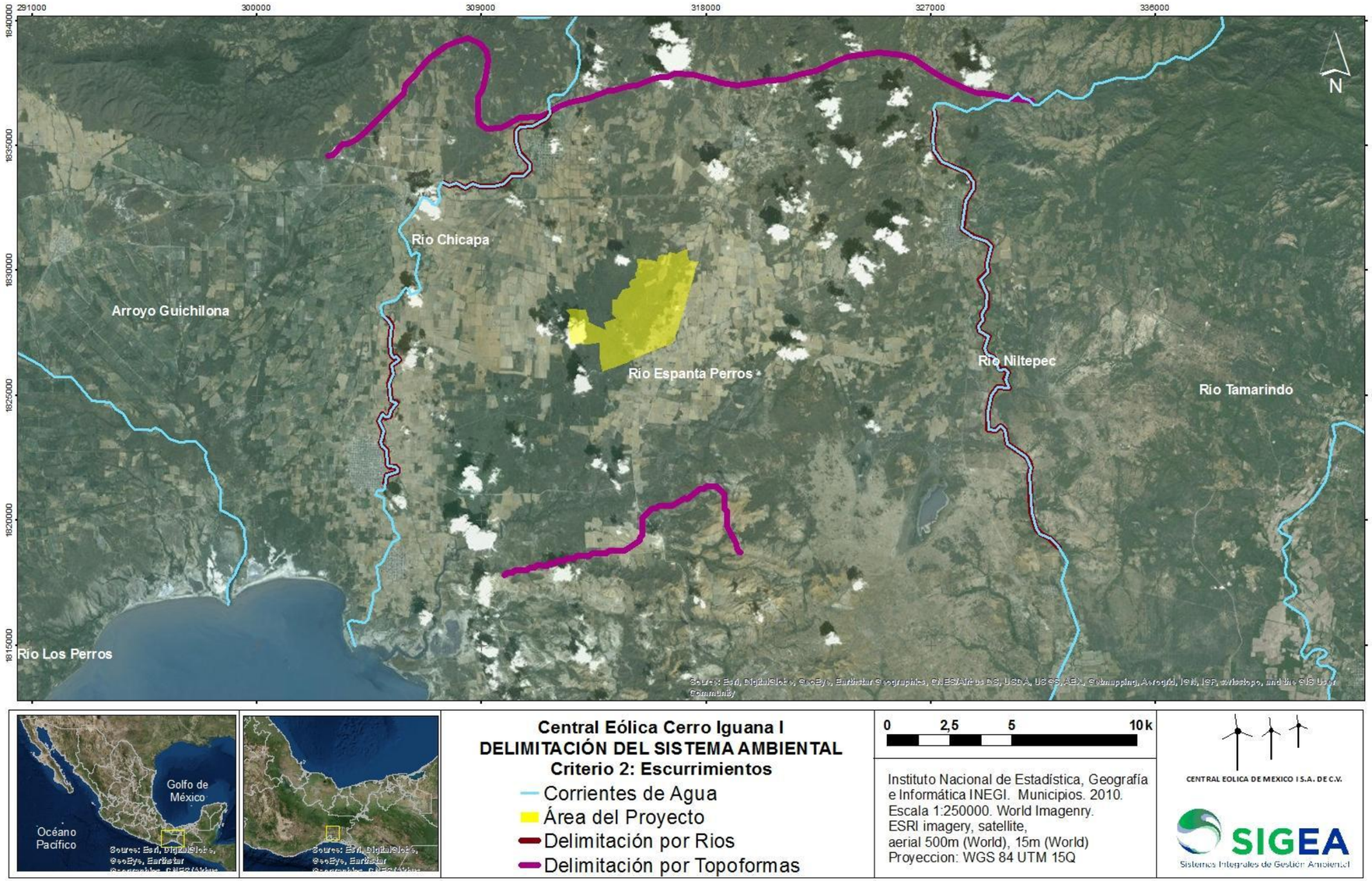


Figura IV–3. Criterio 2 para la delimitación del SA: Escurrimientos superficiales.

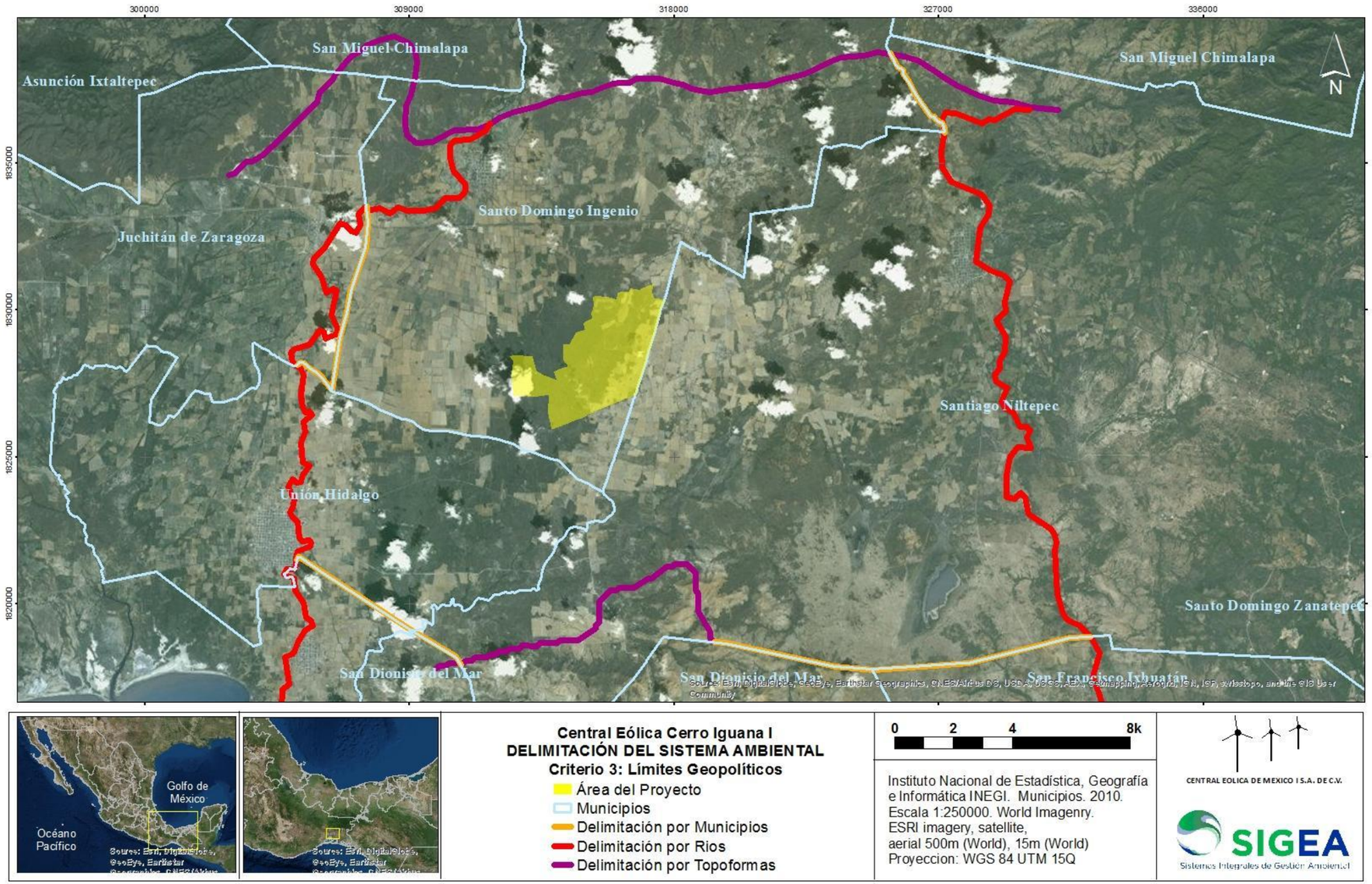


Figura IV–4. Criterio 3 para la delimitación del SA: Límites geopolíticos.

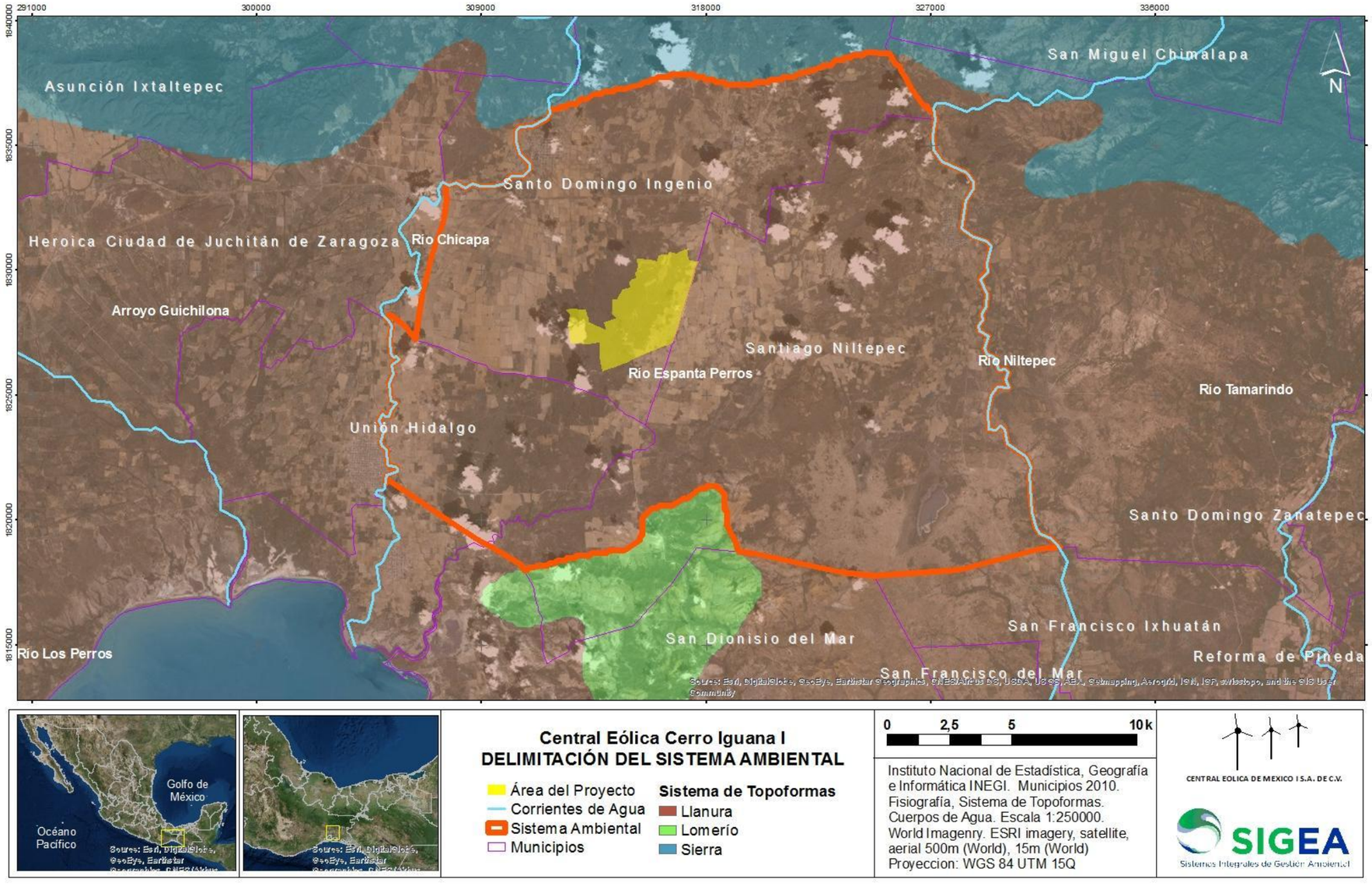


Figura IV–5. Delimitación del SA del proyecto.

Sistema Ambiental Delimitado

El Sistema Ambiental (SA) fue definido con base en los criterios ambientales y espaciales descritos previamente —sistema de topoformas, cuerpos de agua superficiales y límites geopolíticos— y tomando en cuenta tanto la naturaleza del proyecto, como el tipo de interacción que tendrán sus distintas actividades con el ambiente en el que será desarrollado.

De esta manera, la poligonal del SA propuesto se encuentra circunscrito a la planicie costera, restringida al norte por el incremento en las elevaciones montañosas de la Sierra de Tolistoque y al sur por una zona de lomerío y el sistema costero de las Lagunas Superior e Inferior. Cuenta con una superficie de 41,278.855 hectáreas y su poligonal se encuentra acotada al este y oeste por los ríos Niltepec y Chicapa (también conocido como rio Espíritu Santo) respectivamente; abarca prácticamente la totalidad del municipio de Santo Domingo Ingenio y parte de los municipios de Unión Hidalgo y Santiago Niltepec, en el estado de Oaxaca. El SA, es coincidente al este con el municipio de Santiago Niltepec, al sur con los municipios de San Dionisio del Mar y San Francisco Ixuatlán, al oeste con parte de Unión Hidalgo y el municipio de Juchitán de Zaragoza y al norte por el incremento en las elevaciones montañosas de la Sierra de Tolistoque, como se muestra en la siguiente figura (**Figura IV–6**).

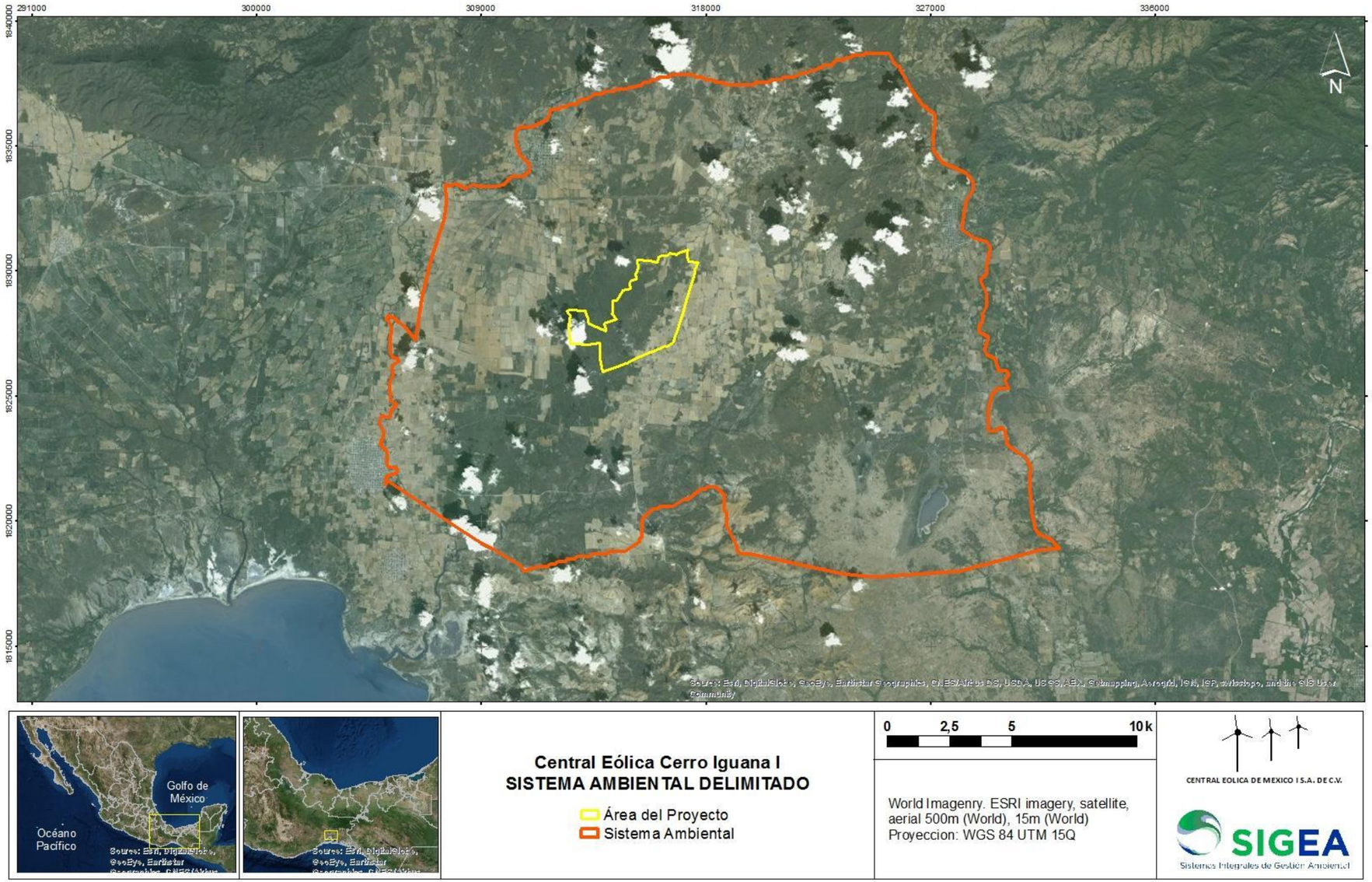


Figura IV–6. Poligonal del Sistema Ambiental delimitado para el Proyecto "Central Eólica Cerro Iguana I".

IV.2 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA

La consulta de literatura específica y el uso de recursos electrónicos —con relación a los factores bióticos, abióticos y socioeconómicos relevantes para el sitio—, así como la información obtenida durante el trabajo de campo, permitió hacer la siguiente caracterización del sistema ambiental del proyecto.

El Sistema Ambiental delimitado para el proyecto se localiza al sureste del Estado de Oaxaca dentro de los municipios de Santo Domingo Ingenio, Unión Hidalgo y Santiago Niltepec. Estos municipios pertenecen a la provincia fisiográfica Cordillera Centroamericana. Esta provincia fisiográfica que tiene una litología compleja formada primordialmente por rocas intrusivas en territorio mexicano y por rocas volcánicas en los países centroamericanos, presenta dos discontinuidades fisiográficas, la delgada Llanura costera de Chiapas y la Llanura del Istmo con sus grandes lagunas de litoral en el Océano Pacífico. Esta última consiste en un conjunto de montañas complejas que corren paralelas a la costa del Océano Pacífico, y cuya diversidad ambiental está representada por ecosistemas de selvas baja y mediana (caducifolias y subcaducifolias) con una fuerte influencia de campos agropecuarios en la planicie costera, que gradualmente, conforme disminuye la elevación se transforman en ecosistemas costeros. Por el contrario, en la zona más norteña de esta provincia se incluyen además, comunidades de bosque mesófilo e incluso de coníferas; comunidades vegetales que no se distribuyen dentro del SA, de tal forma que no se verá afectada de ninguna manera con el desarrollo del proyecto.

El SA cuenta con una superficie de 41,287.855 hectáreas y comprende una región relativamente homogénea en cuanto a relieve, mosaicos de vegetación, uso del suelo y factores socioeconómicos. Presenta un alto grado de perturbación debido principalmente a la transformación de terrenos forestales, como consecuencia del crecimiento urbano y el establecimiento de nuevos asentamientos humanos, así como por el creciente desarrollo de actividades productivas como la ganadera y la agricultura.

De acuerdo al polígono del SA definido, se realizó una investigación documental y cartográfica para determinar si éste incluía o estaba comprendido en algún Áreas Naturales Protegidas (ANP) de carácter federal o estatal, o con Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

(AICA), Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), encontrando que no incluye o colinda con alguna de estas áreas. En lo que se refiere a las Regiones Marinas Prioritarias (RMP), la poligonal del SA definida para el proyecto alcanza a intersectar la Región Marina Prioritaria # 37 "Laguna Superior e Inferior" (RMP 37), sin embargo este traslape no tiene influencia entre ambas regiones por lo que no se considera relevante para los efectos del proyecto.

Áreas Naturales Protegidas (ANP)

El SA no comprende o colinda con ningún Área Natural Protegida de carácter federal o estatal. Las áreas naturales protegidas más cercanas son el Parque Ecológico Regional del Istmo ubicada a 21.26 km y a 30.22 km al oeste del SA y del AP respectivamente; la Reserva de la Biósfera La Sepultura que se encuentra 49.94 km al este del polígono del SA y a 65.59 km del AP, y la Reserva de la Biósfera Selva El Ocote, cuyo límite de su zona de amortiguamiento se encuentra aproximadamente 85.94 km al noreste del SA y a 96.69 km del AP.

El Parque Ecológico Regional del Istmo es una ANP de carácter estatal con categoría de Reserva Ecológica. Cuenta con una superficie de 30.42 ha comprendidas dentro de los municipios de Juchitán y El Espinal en el estado de Oaxaca. Su tipo de vegetación es selva baja caducifolia y matorral xerófilo y sus especies vegetales más relevantes son guirisiña, caoba, guanacaste, guayacán, brasil, roble, ceiba y granadillo.

En la zona de La Sepultura existen ecosistemas biodiversos y con alto índice de endemismos, como las selvas bajas caducifolias, y medianas perenifolias y subperenifolias, los bosques mesófilos y el chaparral de niebla. La selva El Ocote está considerada como uno de los centros de diversidad biológica más importante de México y el mundo, y en ella se han reportado un total de 569 especies de vertebrados terrestres, distribuidos de la siguiente forma: 30 anfibios, 49 reptiles, 387 aves y 103 de mamíferos, representando el 45% de los vertebrados de Chiapas y el 23% del país.

En la **Figura IV–7** se muestra la localización del SA con respecto a la ANP más cercanas.

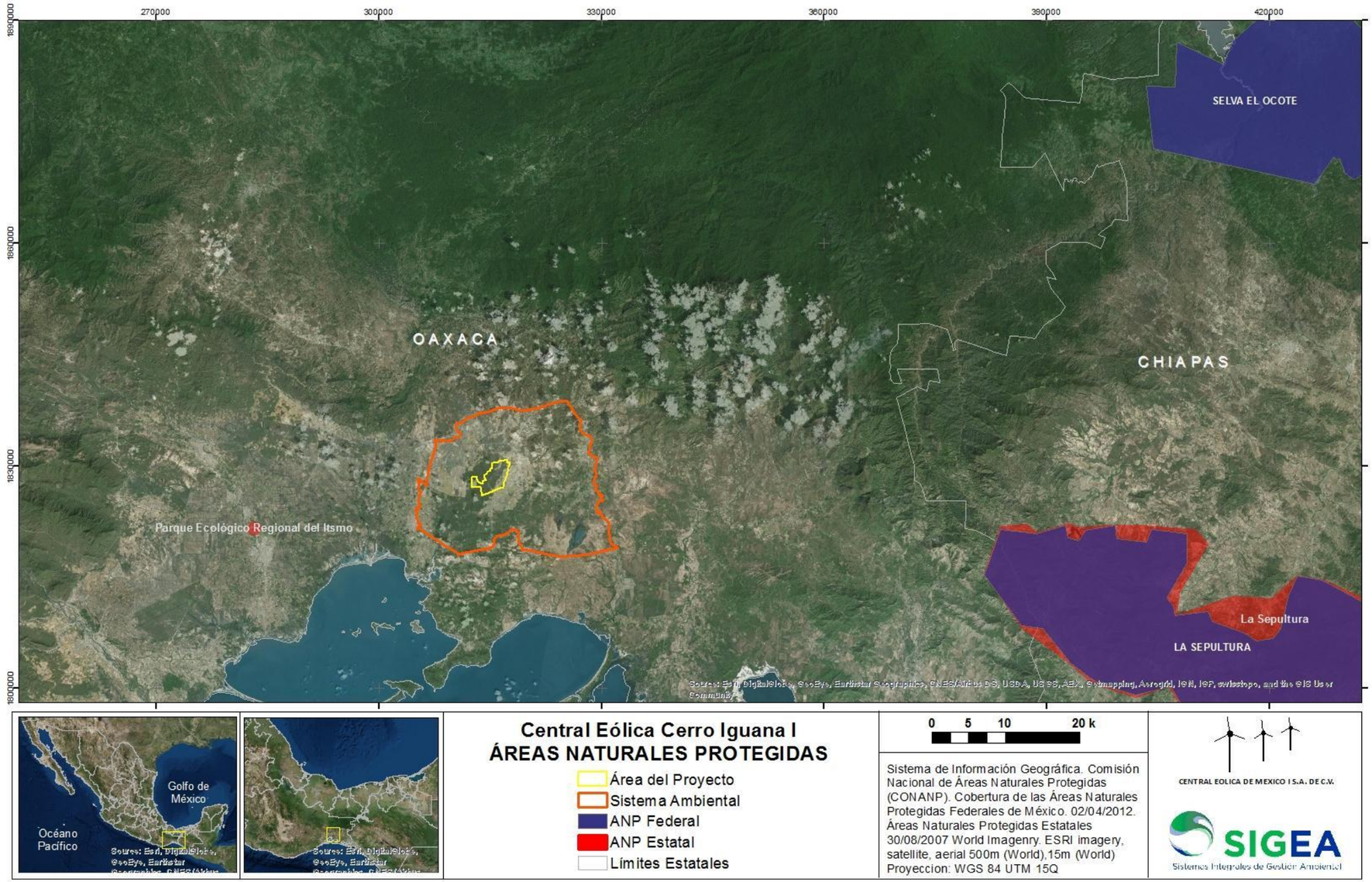


Figura IV–7. Localización del SA y del AP con respecto a los polígonos de las ANP más cercanas.

Regionalización de CONABIO

Con el fin de optimizar los recursos financieros, institucionales y humanos en materia de conocimiento de la biodiversidad en México, la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO) ha definido regiones prioritarias para la biodiversidad, considerando en el ámbito terrestre a las regiones terrestres prioritarias (RTP), y las áreas de importancia para la conservación de aves (AICAS), y en el ámbito hidrológico a las regiones hidrológicas prioritarias (RHP) y las regiones marinas prioritarias (RMP).

Es importante mencionar que no existen instrumentos normativos que restrinjan, condiocionen o prohiban el desarrollo de actividades en las regiones prioritarias, por lo que no existe algún impedimento legal para realizar proyectos como el tratado en este documento. Sin embargo, la designación de un sitio como una región prioritaria debe verse como un compromiso intrínseco de conservación, y por ello, cualquier desarrollo en estas áreas deberá contemplar medidas adicionales que reduzcan el impacto directo a la biodiversidad, o de manera indirecta, si se afectan los procesos que pueden ser determinantes para el adecuado funcionamiento del ecosistema.

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

La zona del proyecto no está considerada como una RTP. La más cercana es Selva Zoque (RTP-132) cuyo límite sureste se localiza aproximadamente 0.93 km al norte del SA y a 12.6 km del AP. Esta región que tiene influencia climática tanto del Pacífico como del Golfo, fue definida como prioritaria en función a su gran extensión y por presentar una de las masas forestales más extensas del continente americano, en la que además de la gran diversidad de tipos de vegetación y vertebrados, hay un elevado índice de endemismos, debido a su relieve abrupto y al ser una zona de transición de dos provincias neotropicales, la Pacifiquense y la Tehuantepequense.

Las otras dos RTP cercanas al área del proyecto son Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe (RTP-130), ubicada a 37.46 km del SA y a 44.02 km del AP, y Sierra Sur y Costa de Oaxaca (RTP-129) localizada aproximadamente a una distancia de 46.69 y 56.79 km del SA y AP respectivamente.

En la **Figura IV–8** se aprecia la relación que guarda el SA con las RTP más cercanas.

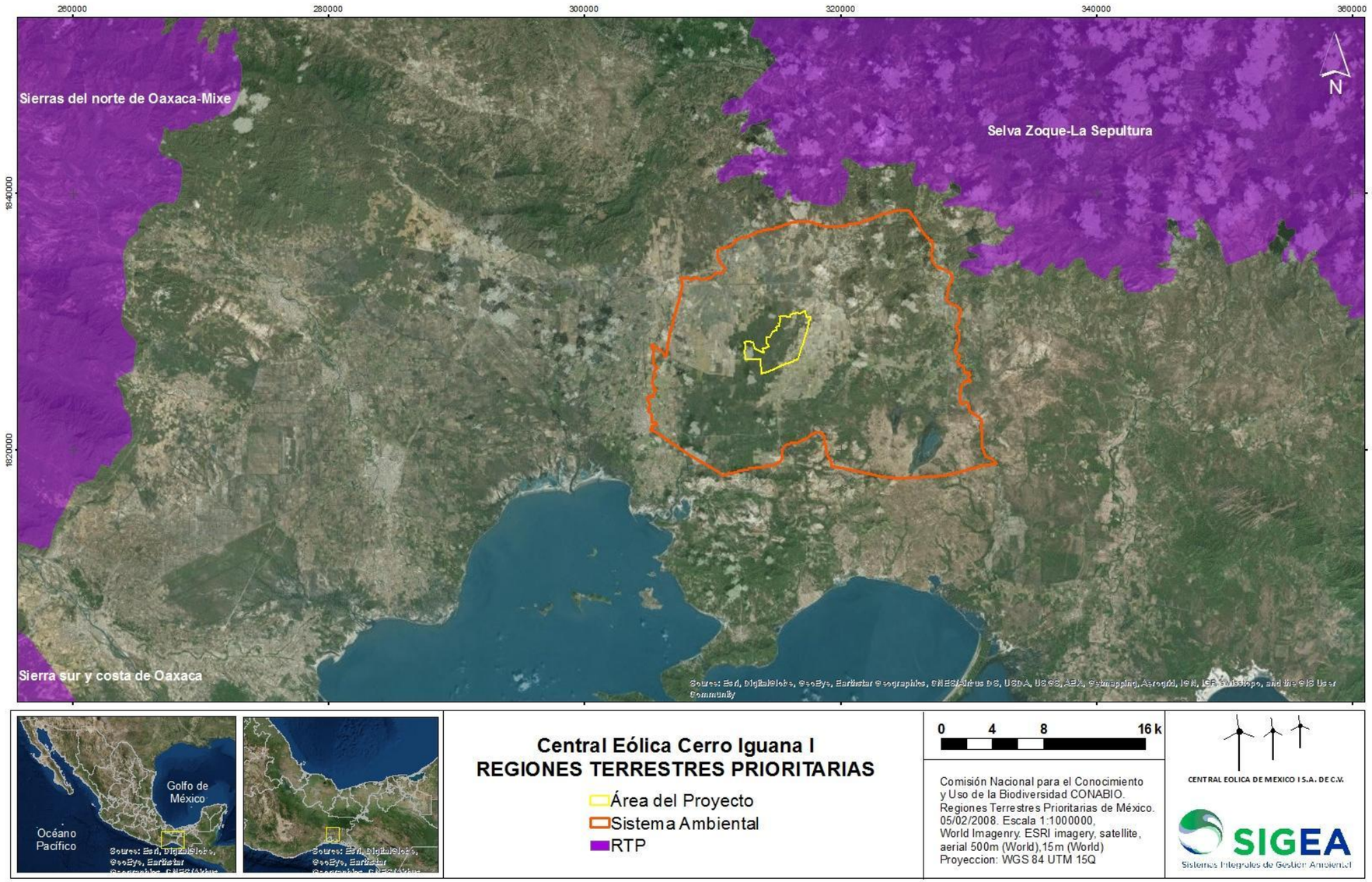


Figura IV–8. Localización del SA y del AP con respecto al polígono de la RTP-132 Selva Zoque.

Áreas de importancia para la conservación de aves (AICAs)

Desde el punto de vista avifaunístico, el Istmo de Tehuantepec es considerado como un área importante en endemismos y también como un importante corredor de aves migratorias (Binford 1989; Howell y Webb 1995), sin embargo, no hay ninguna zona designada como AICA en esta región. Existen algunas de ellas relativamente cercanas al polígono del SA del proyecto, tales como: Los Chimalapas (AICA 157), cuyo límite suroeste se encuentra a 10.84 km aproximadamente del SA y a 21.89 km del AP, y el AICA 11 denominada Sierra Norte a unos 78.76 km al noroeste del SA y a 85.18 km del área del proyecto.

En la **Figura IV–9** se aprecia la relación que guarda el SA con las AICAs más cercanas.

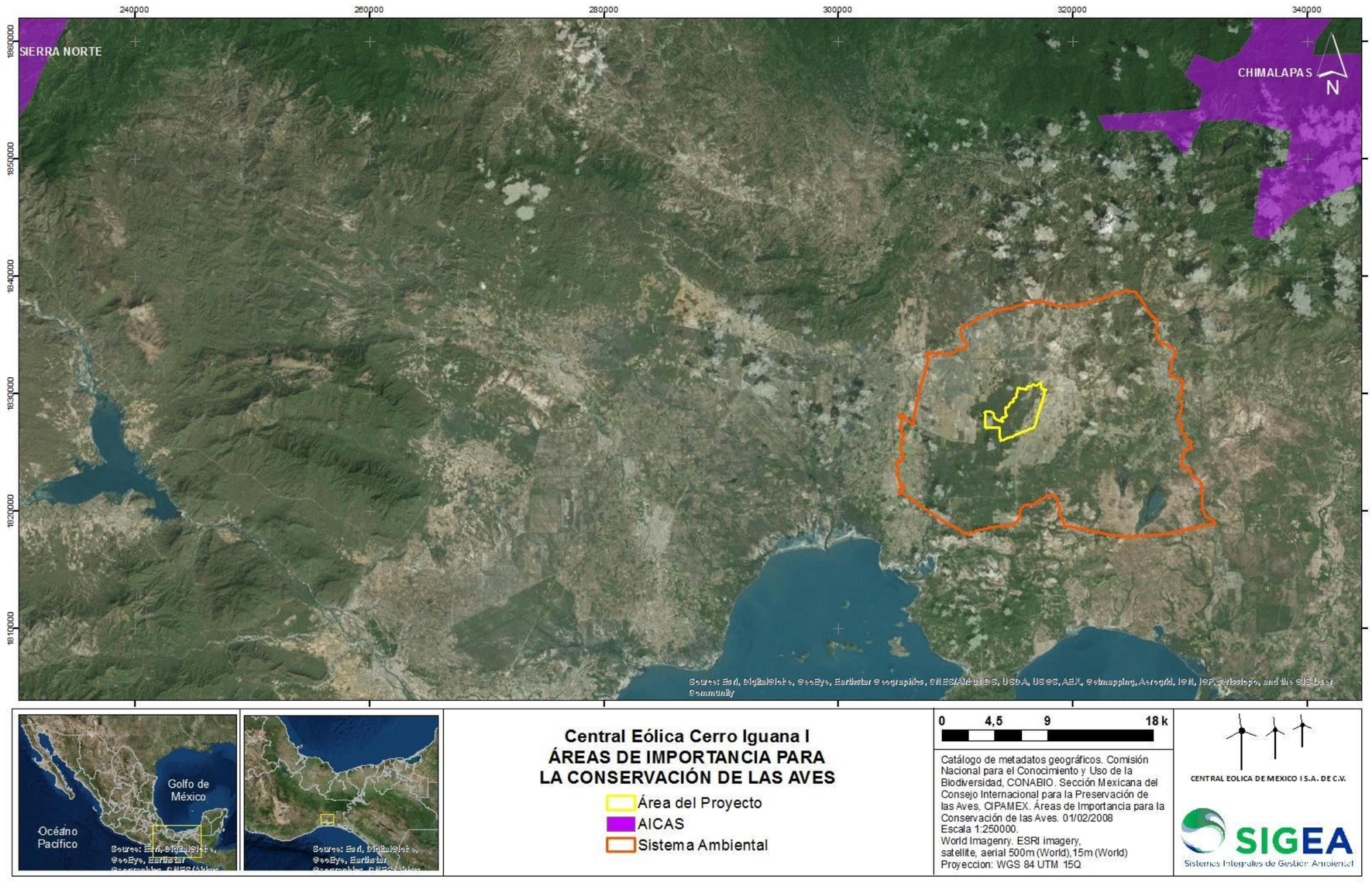


Figura IV–9. Localización del SA y del AP con respecto a los polígonos de las AICAs más cercanas.

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

La zona del proyecto no se encuentra incluida dentro de alguna Región Hidrológica Prioritaria. La más cercana es la Cuenca Media y Alta del Río Coatzacoalcos (RHP 81) cuyo límite sur se localiza a unos 10.83 km y 17.7 km del límite norte del SA y del AP respectivamente. Esta región cuenta distintos tipos de vegetación que van desde la vegetación riparia en zonas inundables, bosques mesófilo de montaña en partes altas, hasta selvas alta perennifolia y mediana subperennifolia en lomeríos. Cuenta con especies endémicas de peces en su mayoría amenazadas debido a la contaminación térmica y sólidos en suspensión de ríos. La problemática principal de esta región se debe a la modificación de la vegetación natural, al azolvamiento de ríos y a la contaminación por productos agroquímicos y aguas residuales.

La otra Región Hidrológica Prioritaria más cercana al proyecto es la RHP 84 Chimalapas y se ubica a unos 41.8 km al noreste del polígono del SA y a 53.5 km del AP.

En la **Figura IV–10** se aprecia la relación que guarda el SA con las RHP más cercanas.

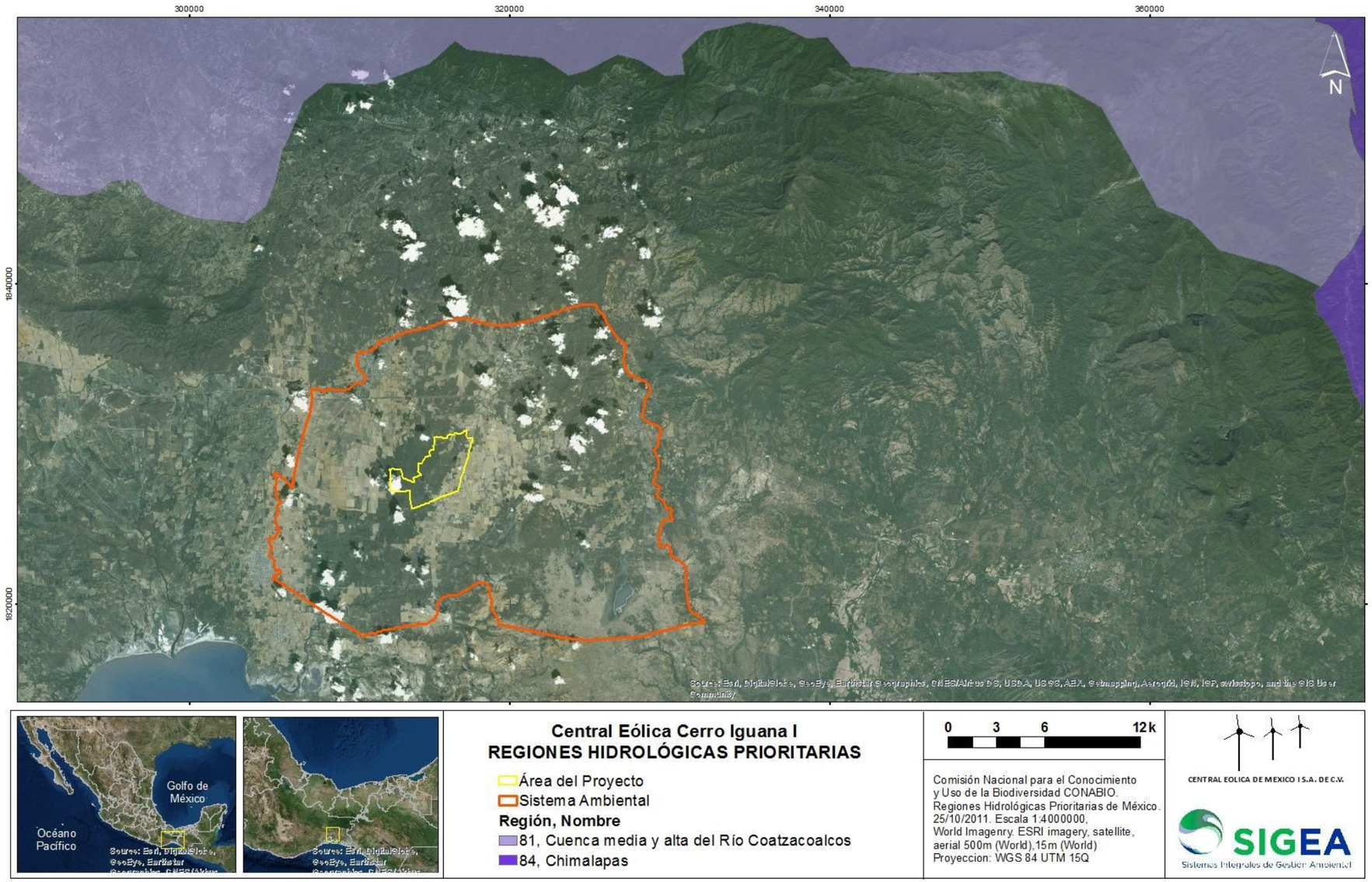


Figura IV–10. Localización del SA y del AP con relación a la RHP Cuenca Baja del Río Balsas y RHP Chimalapas.

Regiones Marinas Prioritarias

Como se mencionó anteriormente, una pequeña porción de la poligonal de la Región Marina Prioritaria No. 37 Laguna Superior e Inferior, es coincidente con la poligonal del SA definido para el proyecto, adentrándose aproximadamente 1.45 km en el SA, pero quedando a una distancia de 7 km del AP.

Esta RMP comprende una serie de playas, marismas, estuarios y humedales que fueron propuestos como prioritarios por su riqueza biológica —equinodermos, crustáceos, peces, tortugas, aves, mamíferos marinos, algas, y cactáceas— el alto grado de endemismos, y la diversidad de hábitats, sistemas vegetales y recursos, incluyendo una franja de manglar y una zona donde abundan diversas especies de cactáceas.

Su principal problemática es la modificación de su entorno por la tala del manglar, la draga de canales, el cierre de ríos, las descargas de agua residuales y agroquímicos y la contaminación por basura y lanchas.

La siguiente RMP más cercana al proyecto es la No. 38 Laguna del Mar Muerto, misma que se ubica aproximadamente a 24.3 km del límite sureste del SA y a 41.44 km del AP **(Figura IV–11).**

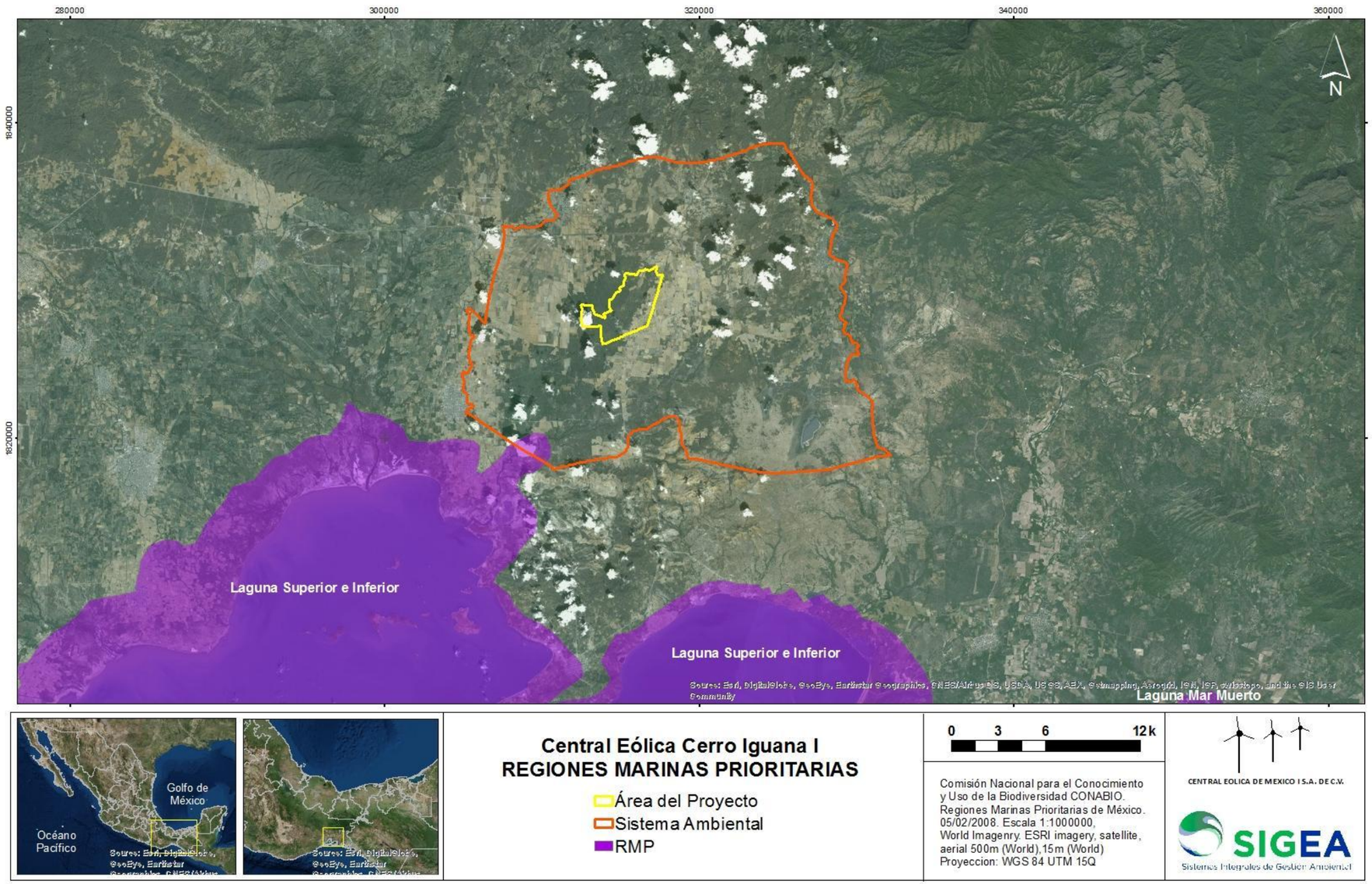


Figura IV–11. Localización del SA y del AP con relación a la RMP Laguna Superior e Inferior.

IV.2.1 Medio abiótico

IV.2.1.1 Clima

Tipo de Clima

Los elementos morfológicos de la zona, respecto a la influencia marítima tanto del Pacífico como del Golfo de México, constituyen un factor de primer orden en la distribución de los climas dominantes, que permiten distinguir dos amplios sectores dentro de un régimen pluviométrico de verano. Al oeste, el tipo cálido subhúmedo que se modifica con la altura en las estribaciones de la Sierra Madre del Sur, hasta transformarse en templado subhúmedo; y el cálido semiseco o seco en los valles intermontanos, paralelos a la costa donde se reduce notablemente el grado de humedad y las temperaturas aumentan.

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen y modificada por García (1988), el tipo climático predominante en la zona donde se localiza el SA corresponde al cálido subhúmedo de los tipos Aw0(w), Aw1(w), y Aw2(w) en una pequeña porción de la parte noreste del SA. Este clima presenta una temperatura media superior a los 22°C y una temperatura por arriba de 18°C en el mes más frío; con poca oscilación términca (entre 5° y 7°C), por lo que se considera un clima isotermal con el mes más caliente antes de junio. Mantiene un régimen de lluvias en verano con presencia de canícula, es decir, una disminución relativa de la lluvia a la mitad de la temperada de lluvias.

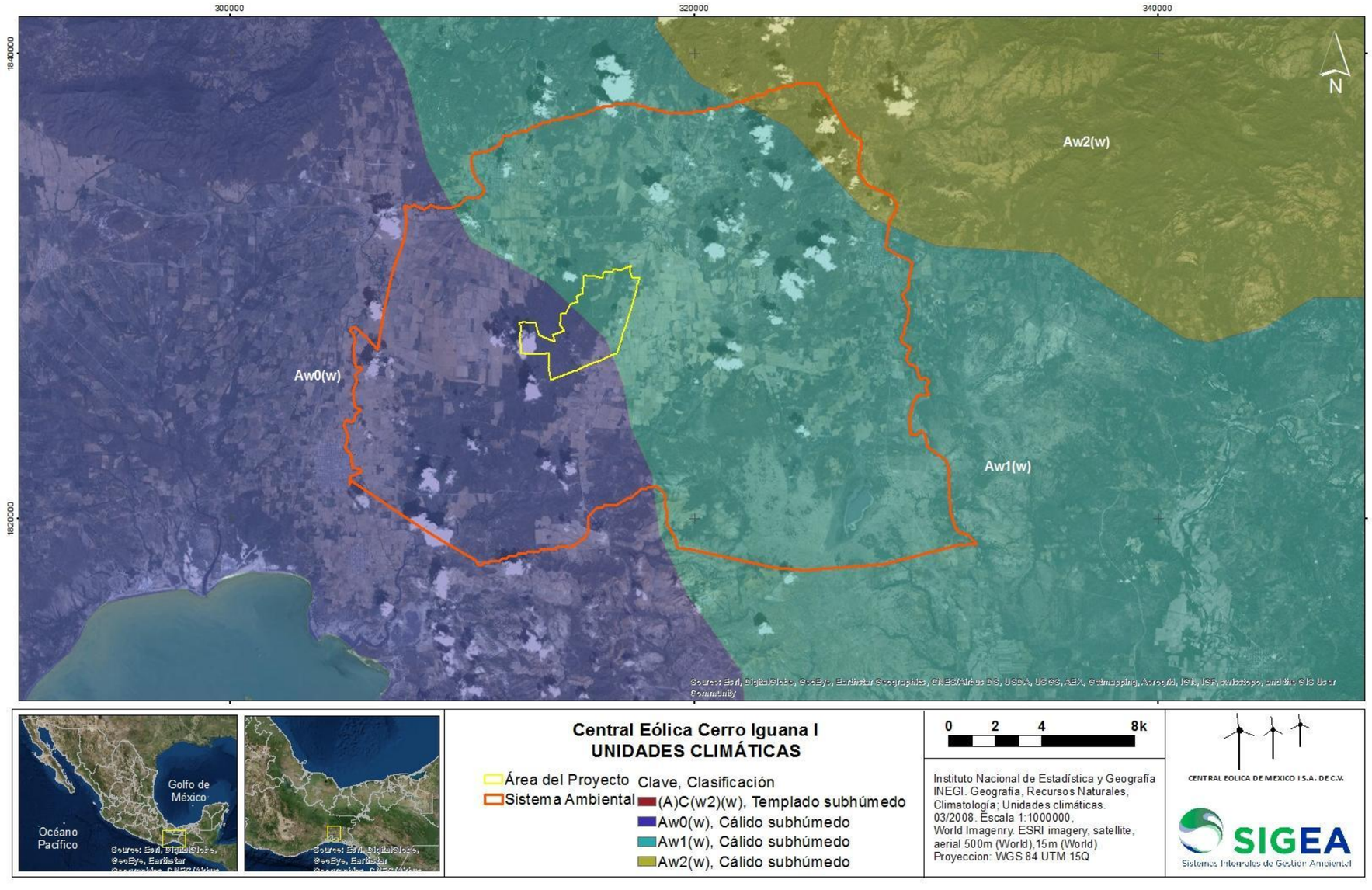


Figura IV–12. Unidades climáticas en el SA del proyecto.

Temperatura

De acuerdo con la estación meteorológica 00020173 Unión Hidalgo del Servicio Meteorológico Nacional (SMN 2014), la temperatura media anual de la zona de estudio es de 27.6ºC con una oscilación térmica de aproximadamente 5°C. El mes más frío es enero con una temperatura promedio de 24.9ºC, y los meses más cálidos del año van de abril a agosto con una temperaturas que alcanzan los 30.0ºC.

Durante un periodo de registro de 60 años, se obtuvo una temperatura máxima normal anual de 32.8°C; un promedio de máxima mensual de 41.9°C durante el mes de abril y un promedio de temperatura máxima diaria de 45.0°C registrado en el mes de septiembre.

En cuanto a las temperaturas mínimas registradas durante este mismo periodo de tiempo se tiene un promedio anual de 22.3°C, con una mínima mensual que durante el mes de julio con registro de 16.6°C y una mínima diaria cuya temperatura más baja se registró durante el mes de febrero con 10.5°C.

Tabla IV–1. Temperatura media mensual y anual en el área de estudio.

Mes	***Temperatura máxima normal °C***	***Temperatura media °C***	***Temperatura mínima normal °C***
Enero	29.9	24.9	19.9
Febrero	30.7	25.2	19.7
Marzo	33.4	27.5	21.6
Abril	35.1	29.1	23.1
Mayo	35.9	30.0	24.2
Junio	34.2	28.9	23.5
Julio	33.7	28.6	23.5
Agosto	33.9	28.8	23.7
Septiembre	33.2	28.3	23.3
Octubre	32.2	27.5	22.8
Noviembre	31.5	26.6	21.8
Diciembre	30.1	25.3	20.4
Anual	***32.8***	***27.6***	***22.3***

Fuente: Estación meteorológica No. 00020173 Unión Hidalgo, Oaxaca.
Latitud: 16°27'55'' N Longitud: 094°49'59'' W Altura: 11.0msnm. Periodo 1951-2010

.

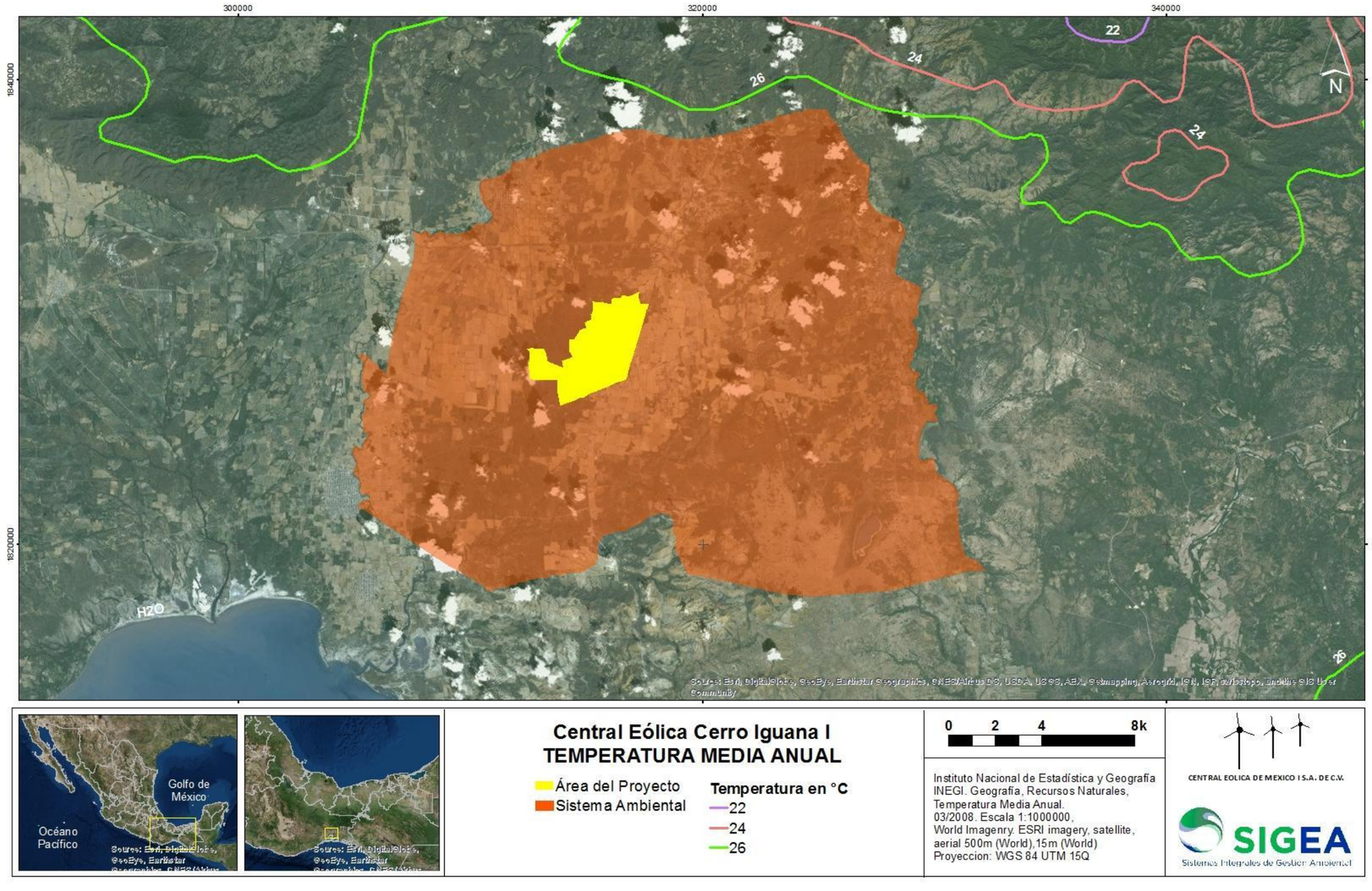


Figura IV–13. Temperatura media anual en el SA del proyecto.

Precipitación

El promedio de precipitación anual en la zona, de acuerdo a los datos provenientes de la estación meteorológica Unión Hidalgo, es de 964.8 mm, registrando un promedio mensual máximo de 248.5 mm durante el mes de septiembre y un mínimo de 1.1 mm durante el mes de enero, con un promedio de 54.3 días con lluvia al año. Por otro lado, según un periodo de registro de 60 años entre 1951 y 2010 de esta estación, se tiene que el promedio de máxima mensual es de 735.1 mm durante el mes de junio y la máxima diaria es en el mes de septiembre alcanzando los y 214.0 mm de precipitación. Asimismo, es el mes de junio donde se registra el mayor número de días con lluvia con un promedio de 12.7.

El promedio anual de evaporación total normal del municipio es de 2,469.6 mm, registrando el promedio más alto durante el mes de mayo con 239.8 mm y el más bajo durante el mes de septiembre con 172.2 mm.

Tabla IV–2. Precipitación media mensual y anual, evaporación y número de días con lluvia en el área de estudio.

Mes	***Precipitación media mm***	***Evaporación total normal***	***No. de días con lluvia***
Enero	1.1	200.4	0.4
Febrero	5.1	194.1	0.6
Marzo	3.5	235.3	0.3
Abril	4.3	239.7	0.7
Mayo	58.8	239.8	4.5
Junio	235.3	184.5	12.7
Julio	152.2	211.8	9.4
Agosto	176.0	210.7	9.6
Septiembre	248.5	172.2	10.6
Octubre	63.6	194.5	4.5
Noviembre	14.1	194.7	0.7
Diciembre	2.3	191.9	0.3
Anual	***964.8***	***2,469.6***	***54.3***

Fuente: Estación meteorológica No. 00020173 Unión Hidalgo, Oaxaca.
Latitud: 16°27'55'' N Longitud: 094°49'59'' W Altura: 11.0msnm. Periodo 1951-2010

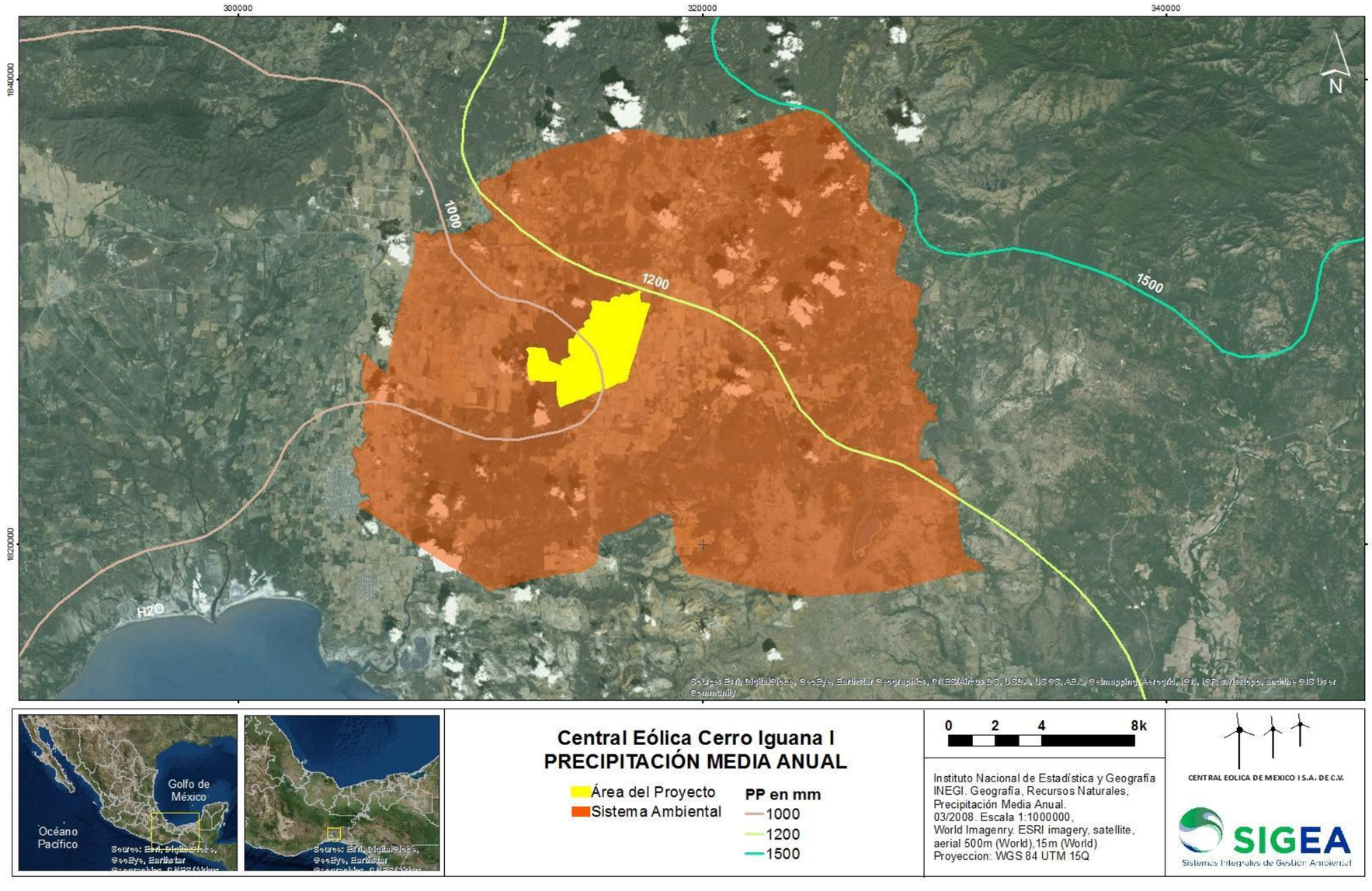


Figura IV–14. Precipitación media anual en el SA del proyecto.

Vientos dominantes

Oaxaca es influenciada por tres flujos eólicos predominantes: un viento de noreste a norte de octubre a febrero, un viento del este de marzo a mayo y un viento alisio de este a noreste de junio a septiembre.

El viento fluye con mayor fuerza de noreste a norte y debido a que se presentan episodios de este fuerte flujo en marzo y abril, este es el flujo de viento más predominante en Oaxaca. El origen de este flujo del norte es el gradiente de presión entre la mayor presión del Golfo de México y la menor presión del Océano Pacífico. Este flujo de viento típicamente proviene más del norte cerca de la superficie y más del noreste a alturas de varios cientos de metros sobre la superficie de acuerdo con el reanálisis de los datos de niveles superiores del aire. En la Región del Istmo de Tehuantepec, donde el viento se canaliza con gran fuerza debido a la topografía, el viento puede provenir principalmente del norte a mayor elevación. Los vientos fuertes libres de aire, mayores de 10 m/s en el este de Oaxaca durante esta temporada pueden extenderse de apenas unos cientos de metros sobre el nivel del mar hasta aproximadamente 1200 m sobre el nivel del mar. Por lo tanto, los lugares totalmente expuestos a estos fuertes vientos libres, tales como aquellos lugares en la región canalizada del Istmo y en las cordilleras y terreno expuesto donde estos vientos se canalizan o realzan, pueden tener un recurso eólico anual de Clase 6 o Clase 7.

Los vientos son generalmente más débiles durante los flujos dominantes del viento del oeste de abril a mayo y durante los flujos del viento alisio del noreste de junio a septiembre. Durante estos meses, los vientos libres pico tienen un promedio de aproximadamente 6 m/s a 7 m/s. El flujo del viento alisio del verano se extiende a 1500 m en el este de Oaxaca. A pesar de que los vientos alisios del verano son sustancialmente menores que los vientos de otoño-invierno, las áreas que canalizan o realzan los vientos de verano del noreste pueden tener un buen recurso eólico durante esta temporada. Ejemplos de estas áreas son La Mata y La Venta, las cuales cuentan con un buen recurso eólico durante los meses de verano.

Las áreas con el mejor recurso eólico de Oaxaca se concentran en la región sureste del estado, principalmente en la parte sur del Istmo de Tehuantepec. La región con recurso eólico del Istmo se extiende desde la costa hacia el norte aproximadamente 60 km y aproximadamente 60 a 80 km de este a oeste. Existe un excelente recurso eólico (Clase 5 y superior) generalizado en la

región del Istmo. El mayor recurso (Clase 7) del Istmo ocurre cerca de las colinas (incluyendo La Mata, La Venta y La Ventosa), cordilleras y en la costa. Los fuertes vientos del norte son frecuentes en la región del Istmo, particularmente durante la temporada pico de viento de noviembre a febrero.

Fenómenos Climatológicos

Debido a su ubicación, la región del Istmo de Tehuantepec puede ser afectada por fenómenos climatológicos como nortes, tormentas tropicales y huracanes.

Entre los meses de mayo y octubre, las perturbaciones tropicales, conocidas como ciclones, que se forman principalmente en regiones de aguas tropicales cálidas pueden generar la entrada de humedad a Oaxaca. Dada la exposición a ambas vertientes oceánicas es posible que la lluvia provocada por estos sistemas provenga tanto de ciclones que se originan en el océano Atlántico, el Caribe y el Golfo de México, así como de los que se originan al sur del istmo de Tehuantepec.

Durante el invierno es probable que algunos nortes muy profundos penetren en la región, principalmente en el istmo, área en la que se forma una especie de túnel que facilita la conexión del aire marítimo entre el Golfo de México y el Pacífico, permitiendo el paso de los ciclones tropicales.

IV.2.1.2 Geología y geomorfología

Fisiografía

La geomorfología dominante en la Planicie Costera del Istmo de Tehuantepec consiste en lomeríos de baja altitud con pendientes poco pronunciadas. La mayoría de lomeríos no alcanza los 175 m de altitud, además de que no ocupan grandes extensiones ni se distribuyen de manera continua. La altitud del valle es de 10 a 50 msnm.

Las elevaciones principales de la Entidad son el Cerro Nube con 3,720 msnm, le sigue el Cerro del Águila con 3,380 msnm, Cerro Zempoaltepetl con 3,280 msnm. Cerro Volcán Prieto con 3,250 msnm, Cerro Humo Grande 3,250 msnm, Cerro Negro con 3,200, Cerro Peña San Felipe, 3,100, Cerro Verde con 2,880; Sierra El Cerro Azul 2,300 msnm.

En las cercanías de Juchitán se encuentra una morfología de cerros suaves con pendientes de alturas menores a los 500 m, entre las cuales se acumularon grandes depósitos aluviales. Se encuentra también una pequeña cuenca de drenaje interior en etapa actual de acumulación de sedimentos lacustres y delimitados por un conjunto de lomas de escasa elevación.

La región meridional ha sido moldeada por procesos agradacionales, en la que depósitos marinos y eólicos forman barras que originan lagunas, las cuales no se consideran como lagunas de barrera, sino que se trata de valles sumergidos y que actualmente se encuentran sujetos a una continua emersión con gran aporte de detritos, lo que se ha destacado por la presencia de terrazas marinas al pie de la sierra.

El Sistema Ambiental del proyecto se encuentra ubicado dentro de la Planicie Costera del Golfo de Tehuantepec, dentro de los municipios de Santo Domingo Ingenio, Unión Hidalgo y Santiago Niltepec. Fisiográficamente, la región pertenece a la provincia Cordillera Centroamericana (**Figura IV–15**) dentro de la subprovincia Llanuras Costeras del Istmo (**Figura IV–16**).

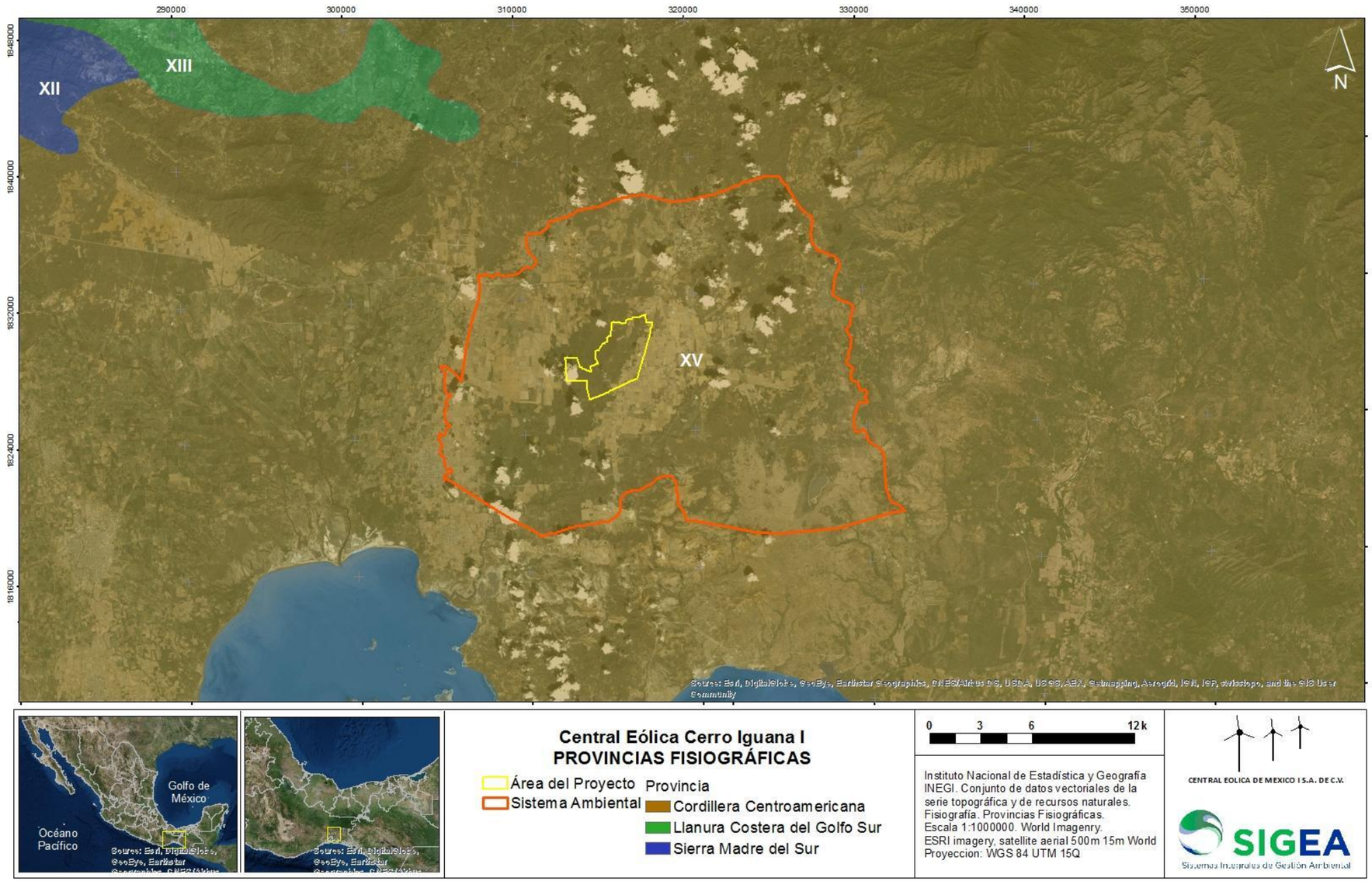


Figura IV–15. Provincias fisiográficas con relación al SA del proyecto.

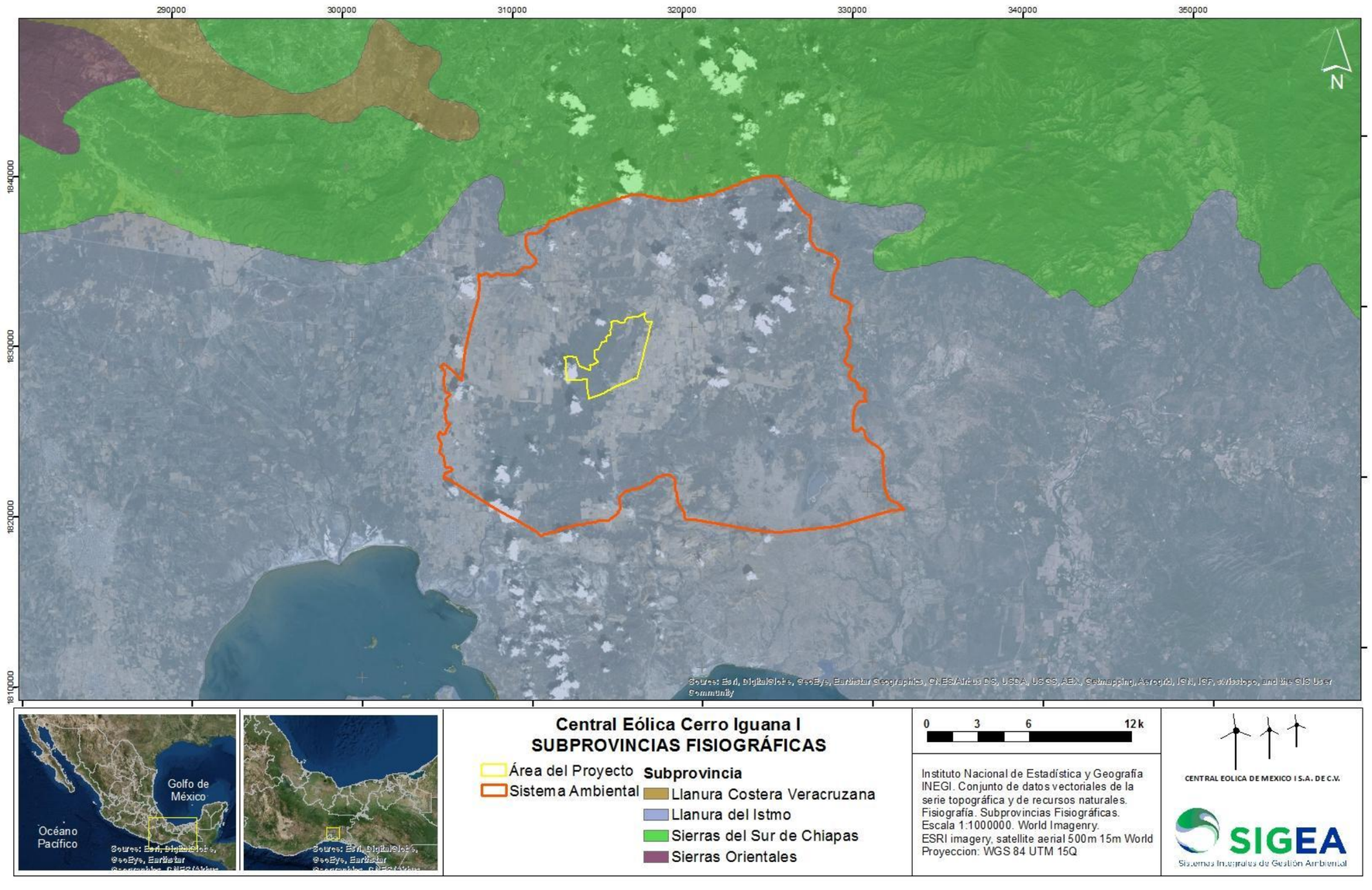


Figura IV–16. Subprovincias fisiográficas con relación al SA del proyecto.

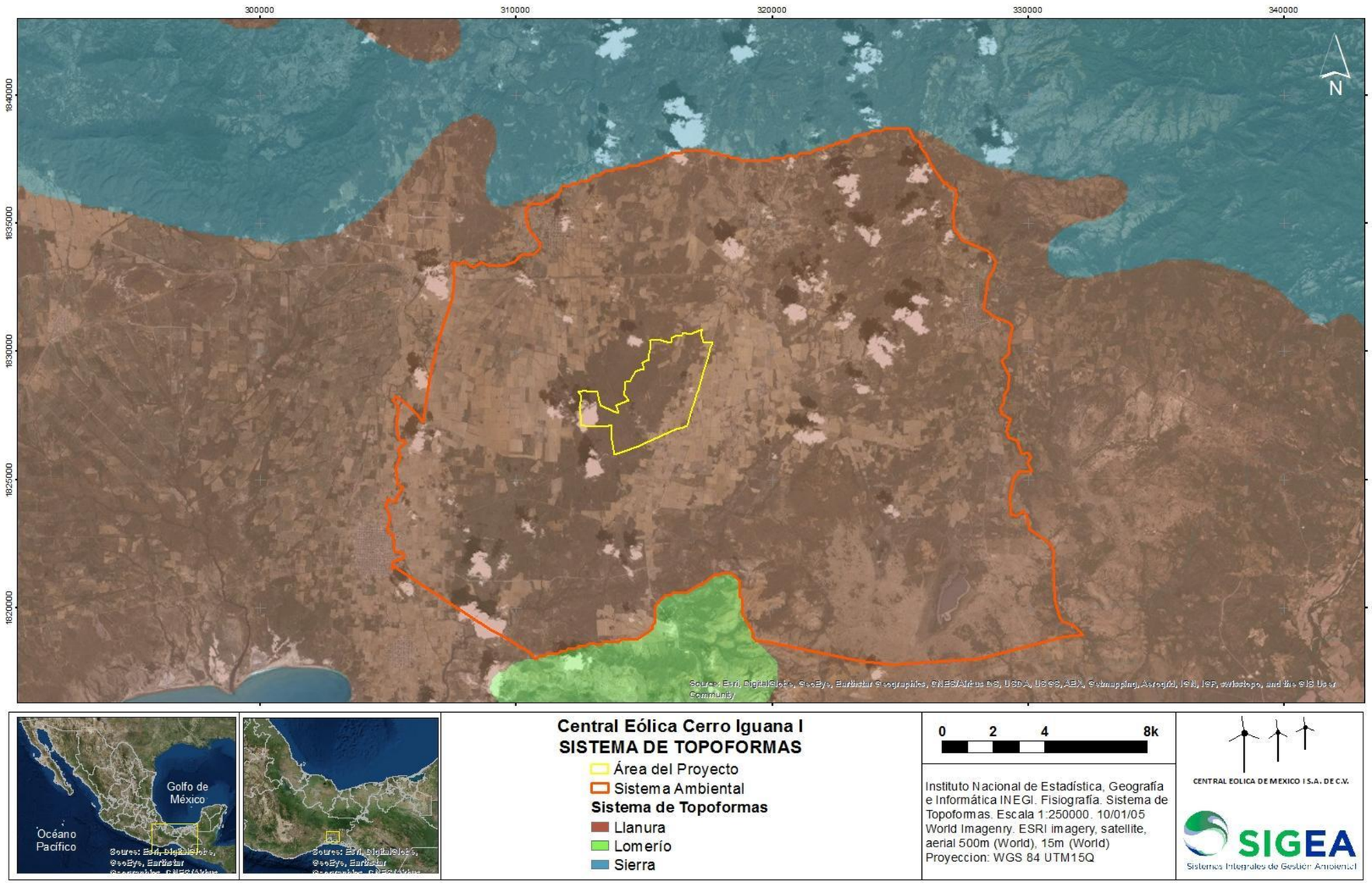


Figura IV–17. Sistema de Topoformas en el SA del proyecto.

Geología

Las rocas más antiguas en el Istmo de Tehuantepec consisten de esquistos y gneisses precámbricos que subyacen discordantemente a esquistos paleozoicos, los que presentan varias etapas de metamorfismo. A su vez, éstos subyacen a sedimentos marinos y continentales del Triásico-Jurásico (United Nations Development Programe 1969). La secuencia Mesozoica consiste de lutitas, calizas y sedimentos arcillo-calcáreos y arcillo-margosos. Durante el Paleozoico y el Mesozoico se presentaron rocas intrusivas constituidas principalmente por granitos (López- Ramos 1974).

En el terciario la actividad volcánica se destaca por lavas de naturaleza predominantemente andesítica que varía ocasionalmente a riolítica y dacítica. En la porción noroeste del área afloran depósitos clásticos del Terciario. El Pleistoceno y Reciente están representados principalmente por suelos y depósitos de aluvión y lacustres que cubre una gran extensión de la llanura costera del Istmo (Carranza Edwards 1980), que incluye a nuestro Sistema Ambiental.

Esta misma zona se encuentra delimitada hacia el norte por la Sierra Tolistoque, que también es una estructura de rocas sedimentarias, principalmente del cretácico, al norte se encuentra un afloramiento de rocas metamórficas del cretácico y paleozoico; la misma área se encuentra delimitada hacia el noreste por el Cerro Blanco, que es una estructura intrusiva del Terciario y Mesozoico. Al sur colinda con la Laguna Superior e Inferior (**Figura IV–18**).

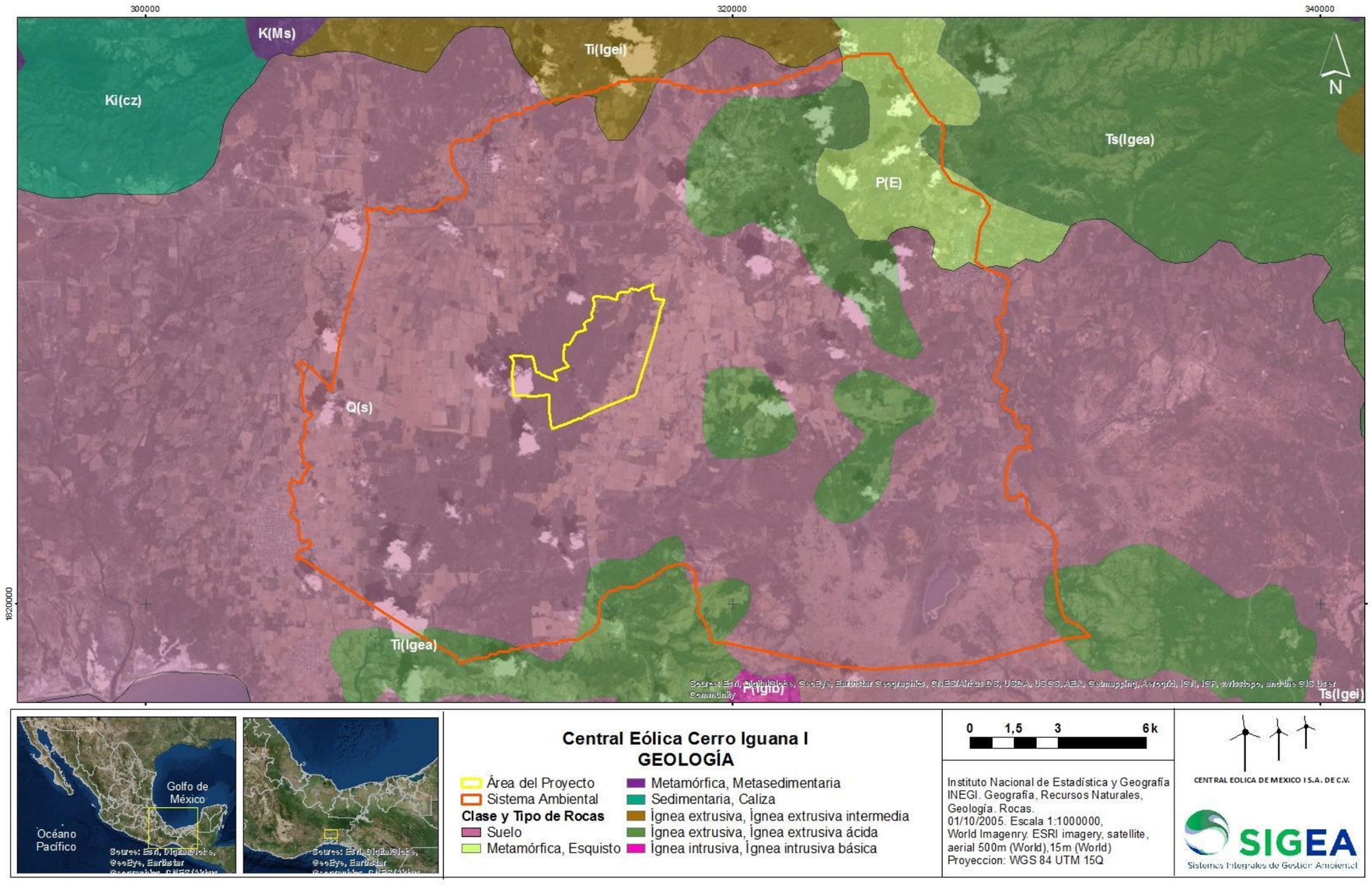


Figura IV–18. Geología en el SA del proyecto.

Sismología

El Istmo de Tehuantepec —incluyendo el SA del proyecto— se ubica en una zona de alta susceptibilidad a eventos sísmicos, denominada como "región sísmica D". Esta región se caracteriza por la existencia de grandes sismos históricos, así como por la muy frecuente ocurrencia de sismos, en los que las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

En la zona del Istmo de Tehuantepec, comprendida entre las coordenadas latitud 15.0-19.0 y longitud 93.0-99.0, de acuerdo al base de datos del Servicio Sismológico Nacional en el período de 2010 a 2014 se presentaron 1,159 eventos sísmicos entre 4 y 8.5 grados en la escala Richter, de los cuáles 8 tuvieron epicentro cerca del municipio de Unión Hidalgo, Oaxaca.

Tabla IV–3. Eventos sísmicos registrados con epicentro cercano al municipio de Unión Hidalgo, Oaxaca.

Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Prof. (km)	Mag.	Zona
20/01/10	03:32:30	16.53	94.86	93	4.7	7 km al Noroeste de Unión Hidalgo, Oax.
14/11/11	01:18:44	16.52	-94.66	157	4.5	18 km al Noreste de Unión Hidalgo, Oax.
14/11/11	01:18:44	16.52	-94.66	157	4.5	18 km al Noreste de Unión Hidalgo, Oax.
06/02/12	18:12:27	16.63	-94.51	73	4.5	39 km al Noreste de Unión Hidalgo, Oax.
31/05/12	14:09:11	16.46	-94.86	73	4.8	4 km al Suroeste de Unión Hidalgo, Oax.
08/06/13	01:37:55	16.39	-94.82	89	4.6	9 km al Sur de Unión Hidalgo, Oax.
30/07/13	12:27:45	16.21	-94.49	74	4.9	47 km al Sureste de Unión Hidalgo, Oax.
02/08/13	04:29:46	16.36	-94.76	77	5	15 km al Sureste de Unión Hidalgo, Oax.

Fuente: Servicio Sismológico Nacional, 2014.

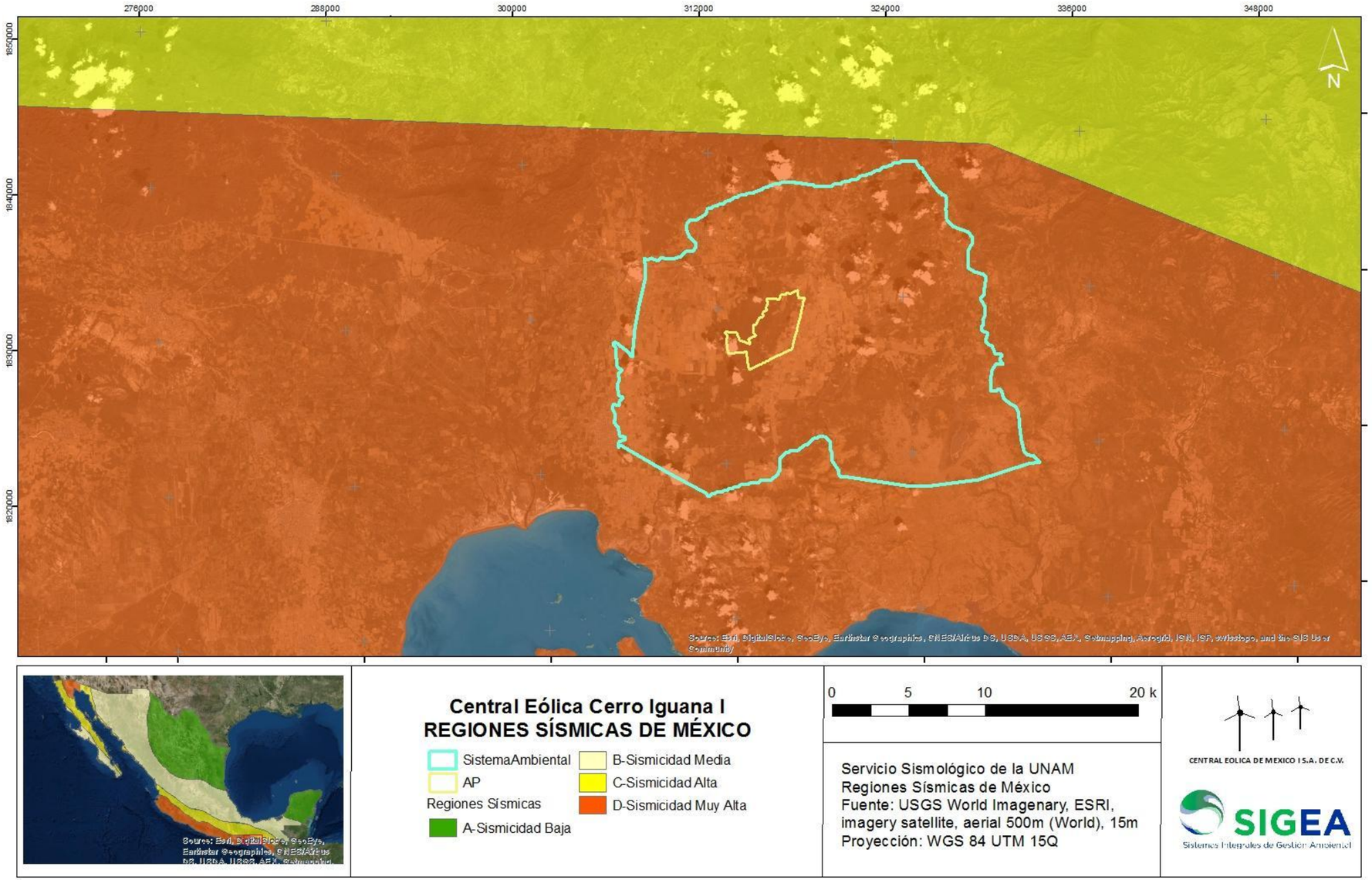


Figura IV–19. Zonificación de sismicidad en la República Mexicana, incluyendo el SA del proyecto.

Suelos

En la región istmeña dominan los suelos de tipo litosol, sin embargo, en la Planicie Costera de Tehuantepec y en el valle del Río Verde, el suelo prevaleciente es cambisol éutrico y, en menor proporción, cambisol crómico de textura media (Pérez-García *et al.* 2001). Dentro del Sistema Ambiental se tienen suelos tipo cambisol éutrico (Be/2), vertisol crómico con clase textural fina (Vc+Bv/3), regosol éutrico (Re+Hh/2/L) y feozem hálpico (Hh+I+Lc/2/L)

Los suelos tipo cambisol éutrico son suelos jóvenes y poco desarrollados, con un subsuelo rico o muy rico en nutrientes. Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa que parece más suelo de roca ya que en ella se forman terrones, son de moderada a alta susceptibilidad a la erosión.

El vertisol es un tipo de suelo muy arcilloso, después de los 18 cm. de profundidad presenta 30% o más de arcilla en todos los horizontes a una profundidad de hasta al menos 50 cm; en algún periodo durante la mayoría de los años presentan grietas de un mínimo de 1 cm de ancho y de hasta 50 cm de profundidad (a menos que estén bajo riego). Visiblemente estas grietas son anchas y profundas cuando el suelo está seco y si se encuentra húmedo es pegajoso, su drenaje es deficiente por lo cual se puede originar inundaciones y encharcamientos.

Los regosoles son suelos muy jóvenes, generalmente resultado del depósito reciente de roca y arena acarreadas por el agua; de ahí que se encuentren sobre todo en sierras, donde son acumulados por los ríos que descienden de la montaña cargados de sedimentos. Se caracterizan por estar recubiertos por una capa conocida como ócrica que, al ser retirada la vegetación, se vuelve dura y costrosa impidiendo la penetración de agua hacia el subsuelo, lo que se vuelve un factor adverso para el establecimiento de las plantas.

Por último, los suelos feozem se caracterizan por ser suelos oscuros en su horizonte superficial debido al alto contenido de materia orgánica que tienen. Son en su mayoría jóvenes como los hálpicos y calcáricos. Su capa superficial tiene un espesor de 30 a 35 cm de color pardo grisáceo o gris oscuro, con abuntante materia orgánica y nutrientes, su pH es ligeramente alcalino a ligeramente ácito, con textura de migajón arenoso y arcilloso en forma de bloques angulares y subangulares de tamaño variable. Por su buena fertilidad, los suelos de este tipo se dedican a cultivos de temporal y riego

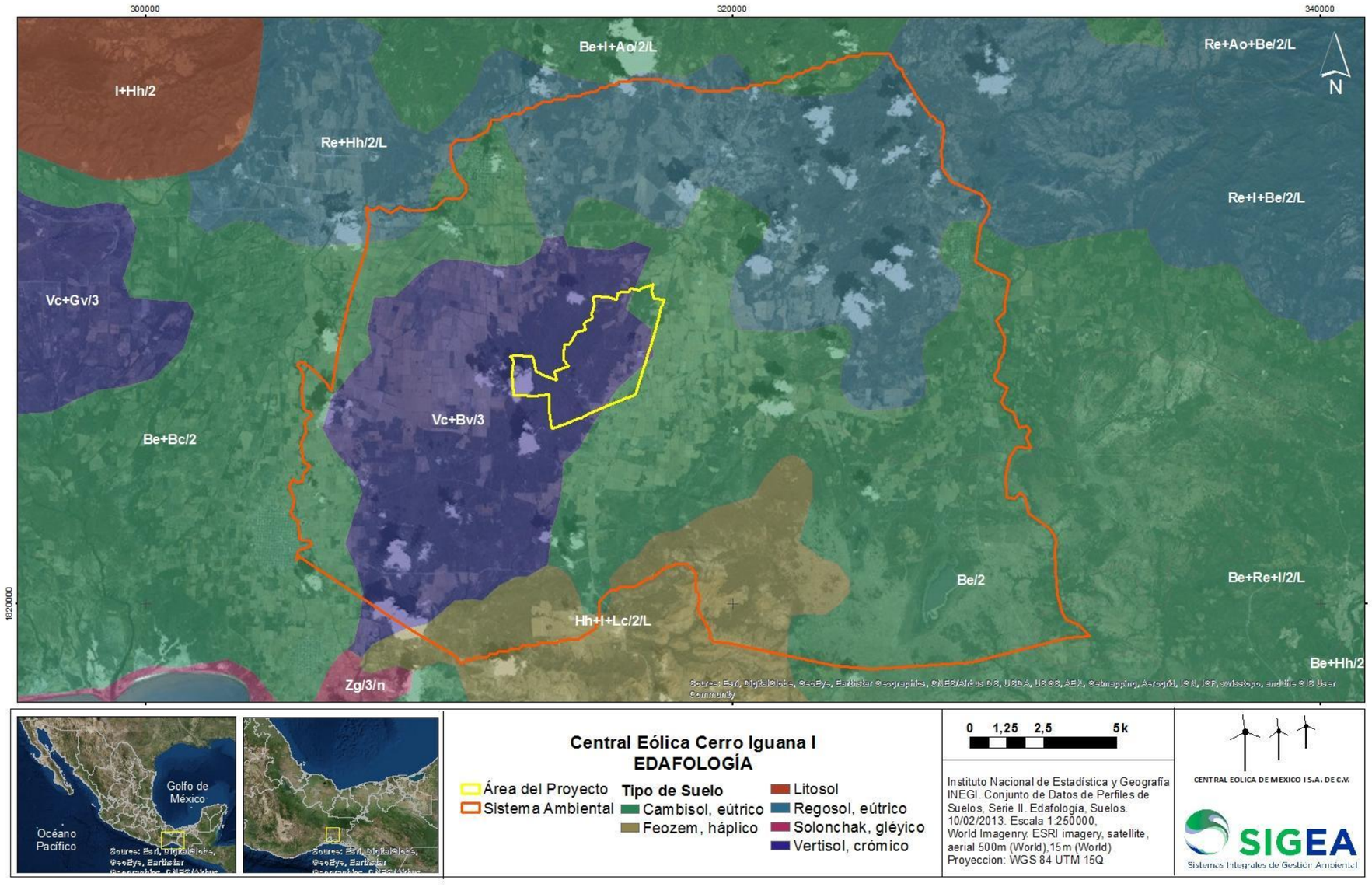


Figura IV–20. Edafología del SA del proyecto.

IV.2.1.3 Hidrología

Hidrología Superficial

El Istmo de Tehuantepec se sitúa en la región hidrológica RH22-A Tehuantepec, ya que la mayor parte de esta región es drenada por el Río Coatzacoalcos. El Sistema Ambiental del proyecto se ubica en la vertiente Pacífica del Istmo de Tehuantepec, dentro de la cuenca Laguna superior e inferior, comprendida dentro de la Cuenca Hidrológica Tehuantepec (**Figura IV–21**) en la cual se localiza el distrito de riego No. 19. Las corrientes de agua que se encuentran en el Distrito de Juchitán son los ríos: Los Perros, Chicapa o Espíritu Santo, Verde y Canal Principal; y los cuerpos de agua son la Laguna Superior, la Laguna Inferior y la Laguna Quirio.

En los límites del polígono del Sistema Ambiental existen cuerpos de agua superficiales que llevan agua la mayor parte del año: el Río Chicapa o Espíritu Santo —que nace en la región montañosa de los Chimalapas, y desemboca en la Laguna superior— y que delimita parte del límite oeste del SA, y el Río Niltepec en el límite este del SA (**Figura IV–22**). Asimismo existe una corriente de agua intermitente que atraviesa el SA y el AP, este río —que como ya se mencionó sólo lleva agua durante la época de lluvias— es el denominado Rio Cazadero.

Con relación al SA, la Laguna Superior se localiza al sur del SA. Es una laguna de agua salada con superficie de 37,500 ha, que cuenta con varias islas y extensos lodazales alrededor, separada del mar por una playa, pero conectada a aquél por el sureste. Es alimentada por varios arroyos intermitentes y agua proveniente de cultivos de riego próximos. La Laguna Inferior tiene una superficie mayor en comparación con la anterior (42,500 ha), es salobre, con orillas fangosas y escasa vegetación acuática. Está separada del mar por una playa y con una amplia comunicación con la Laguna Superior en el oeste y con el mar. Es alimentada por el río Niltepec situado en el extremo norte.

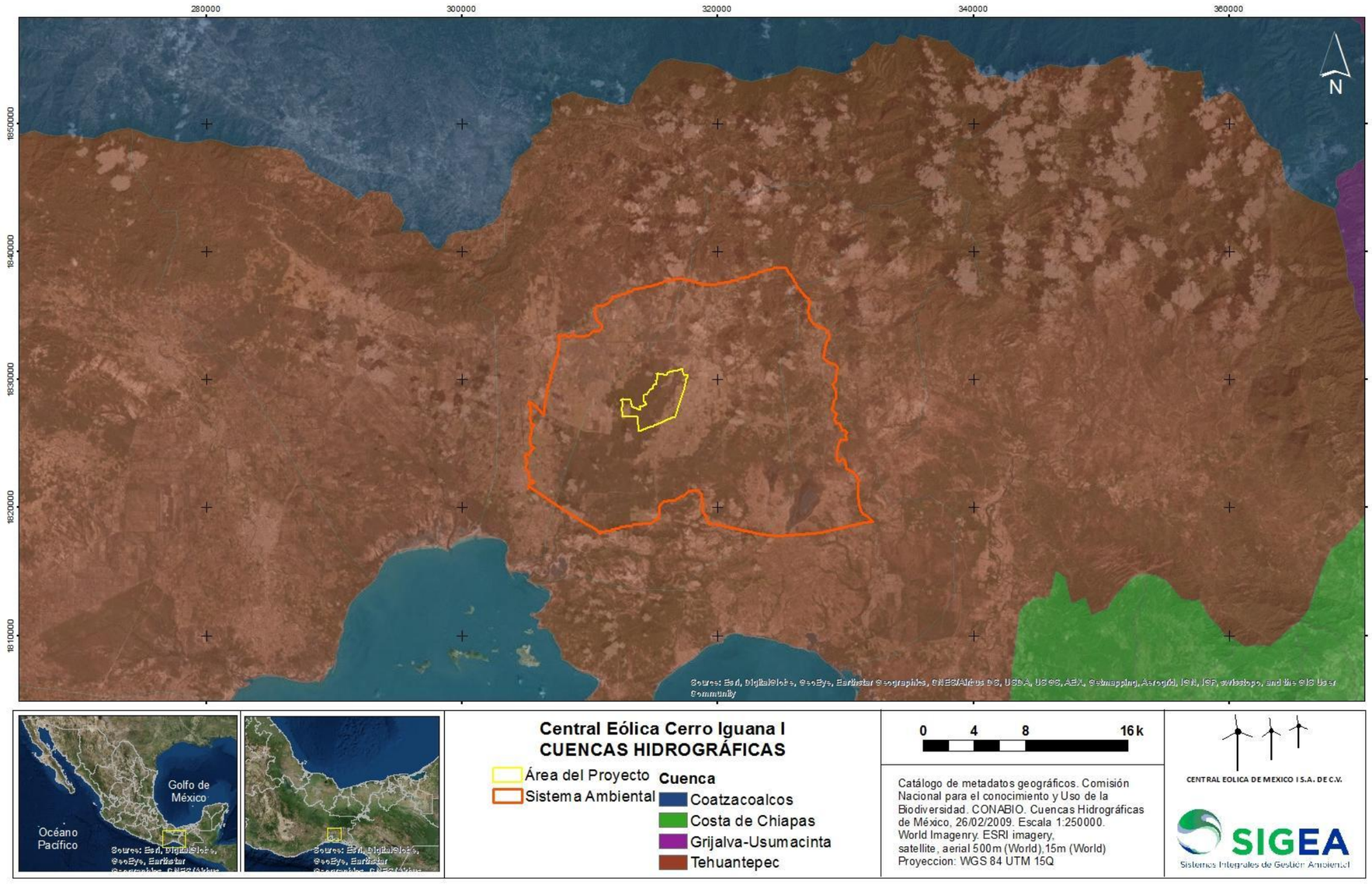


Figura IV–21. Cuencas hidrológicas en el SA del proyecto.

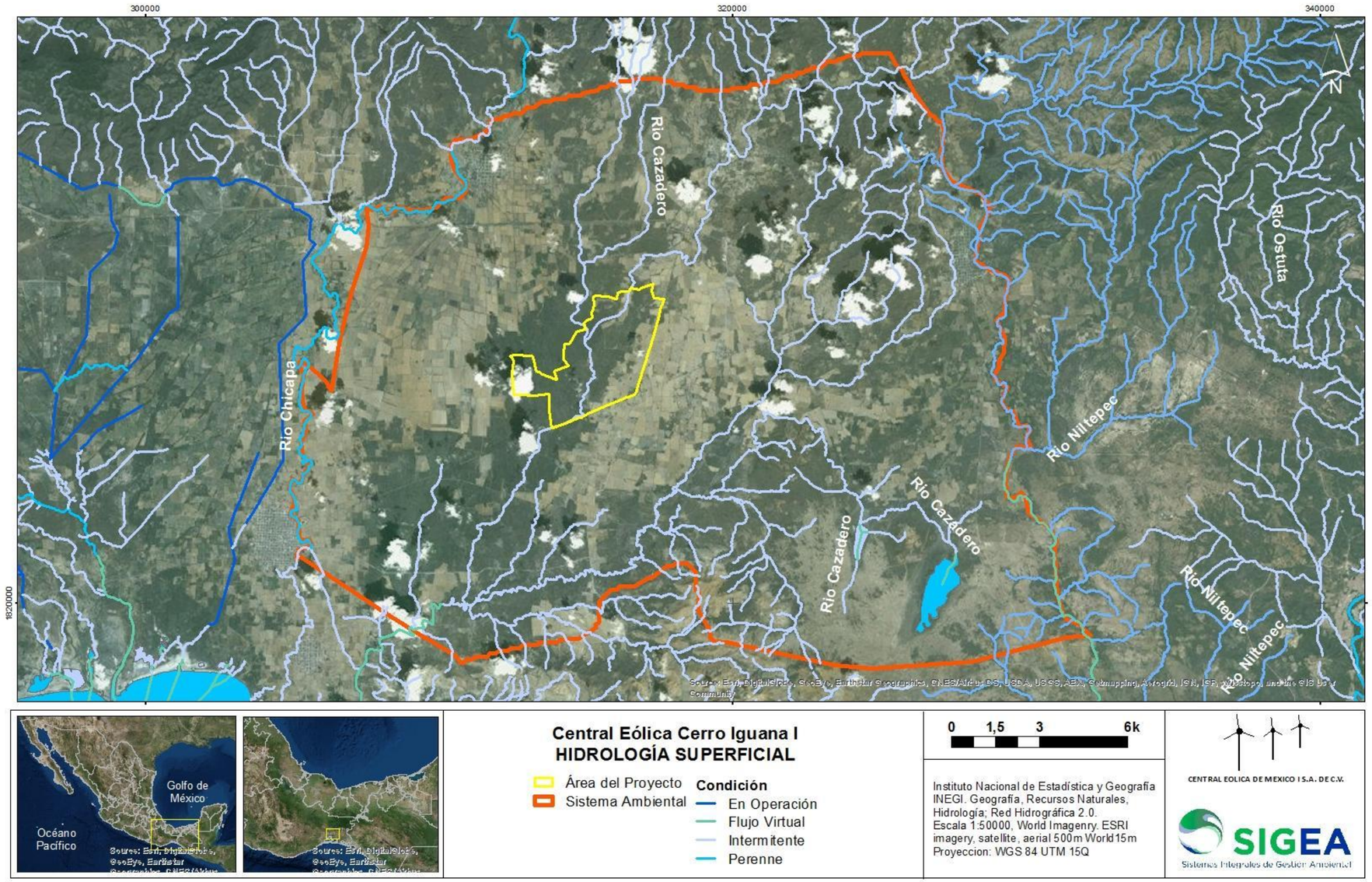


Figura IV–22. Hidrología en el SA del proyecto.

Hidrología Subterránea

El Sistema Ambiental se ubica en el acuífero denominado Tehuantepec, que tiene una superficie de 986 km^2 y se localiza en la Llanura del Istmo, entre los municipios de Santo Domingo Tehuantepec y Chiuates, La Sierra Madre del Sur y las Lagunas del Golfo de Tehuantepec. Este acuífero desarrollado en la planicie costera es de tipo libre, su recarga es por medio de la infiltración del agua que proviene de las montañas a través de arroyos y ríos, así como también del agua pluvial, ya que la zona presenta abundantes precipitaciones, que incluso mantienen el suelo húmedo la mayor parte del año.

El acuífero Tehuantepec recibe como recarga renovable un volumen de 48 hm^3/año, frente a una extracción (que se realiza en 139 obras de alumbramiento) de 28.9 hm^3/año, destinado a satisfacer las demandas de diversos usos consuntivos. La diferencia entre la recarga y la extracción o lo que se conoce como reserva excedente es de 19.3 hm^3/año, lo cual permite calificar a esta subregión como una zona globalmente subexplotada, con disponibilidad de agua subterránea para todos los usos sin restricciones (CNA. Programa Hidráulico Regional 2002-2006. Región V Pacífico Sur).

IV.2.2 Medio biótico

IV.2.2.1 Uso de Suelo y Vegetación

De acuerdo con Pérez-García *et al*. (2001), algunas áreas del Distrito de Juchitán son poco conocidas desde el punto de vista botánico, ya que la cubierta vegetal de la región está compuesta por un complejo mosaico de diferentes comunidades, asociadas a diferentes condiciones ambientales y de disturbio. De acuerdo con los autores, la heterogeneidad del paisaje ha permitido la existencia de hasta siete tipos de vegetación (bosque de galería, matorral espinoso, matorral xerófilo, sabana, selva baja caducifolia, selva mediana y vegetación acuática y subacuática) y más de 700 especies de plantas en algunas localidades del Istmo de Tehuantepec, como es el caso de la región de Nizanda.

La región geográfica del Istmo de Tehuantepec, se ubica dentro de la Provincia fisiográfica Cordillera Centroamericana (Rzedowski 1978). En esta zona se reconoce un mosaico complejo de tipos de vegetación, en donde la selva baja caducifolia y el matorral espinoso se consideraban como la vegetación predominante (Rzedowski 1978; Pennington y Sarukhán 1998), sin embargo,

la conversión del hábitat selvático y del matorral espinoso en parcelas agrícolas ha sido dramática en los últimos 30 años, como consecuencia de los desmontes con fines agrícola de temporal de baja producción y ganadero, al grado que las tierras agropecuarias dominan actualmente el paisaje istmeño.

A) Análisis a nivel del Sistema Ambiental

Resultados de los tipos de uso de suelo y vegetación a nivel del SA

Dentro del SA del proyecto se identificaron 8 usos de suelo y/o vegetación; su superficie y proporción con relación al total del SA se presenta en la siguiente Tabla, en tanto que su distribución espacial se muestra en la **Figura IV–23**.

Asimismo, en el Capítulo VIII de este mismo estudio, se ha descrito a detalle, los métodos de campo que fueron implementados para la caracterización de los usos de suelo y vegetación a nivel de Sistama Ambiental del proyecto.

Tabla IV–4. Tipos de vegetación y uso de suelo reportados dentro del SA definido para el proyecto.

No	Clave	Uso de Suelo y/o Vegetación	Superficie (m²)	Superficie (ha)	%
1	A	Agricultura	201,680,792.118	20,168.079	48.86
2	VSa/SBC	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	117,570,162.418	11,757.016	28.48
3	SBC	Selva Baja Caducifolia	32,411,440.727	3,241.144	7.85
4	VSI	Sabanoide	29,401,264.785	2,940.126	7.12
5	PI	Pastizal Inducido	20,704,601.303	2,070.460	5.02
6	VT	Tular	4,778,674.238	477.867	1.16
7	AH	Asentamientos Humanos	4,408,608.695	440.861	1.07
8	H2O	Cuerpo de Agua	1,833,001.951	183.300	0.44
		Totales	**412,788,546.235**	**41,278.855**	**100.00**

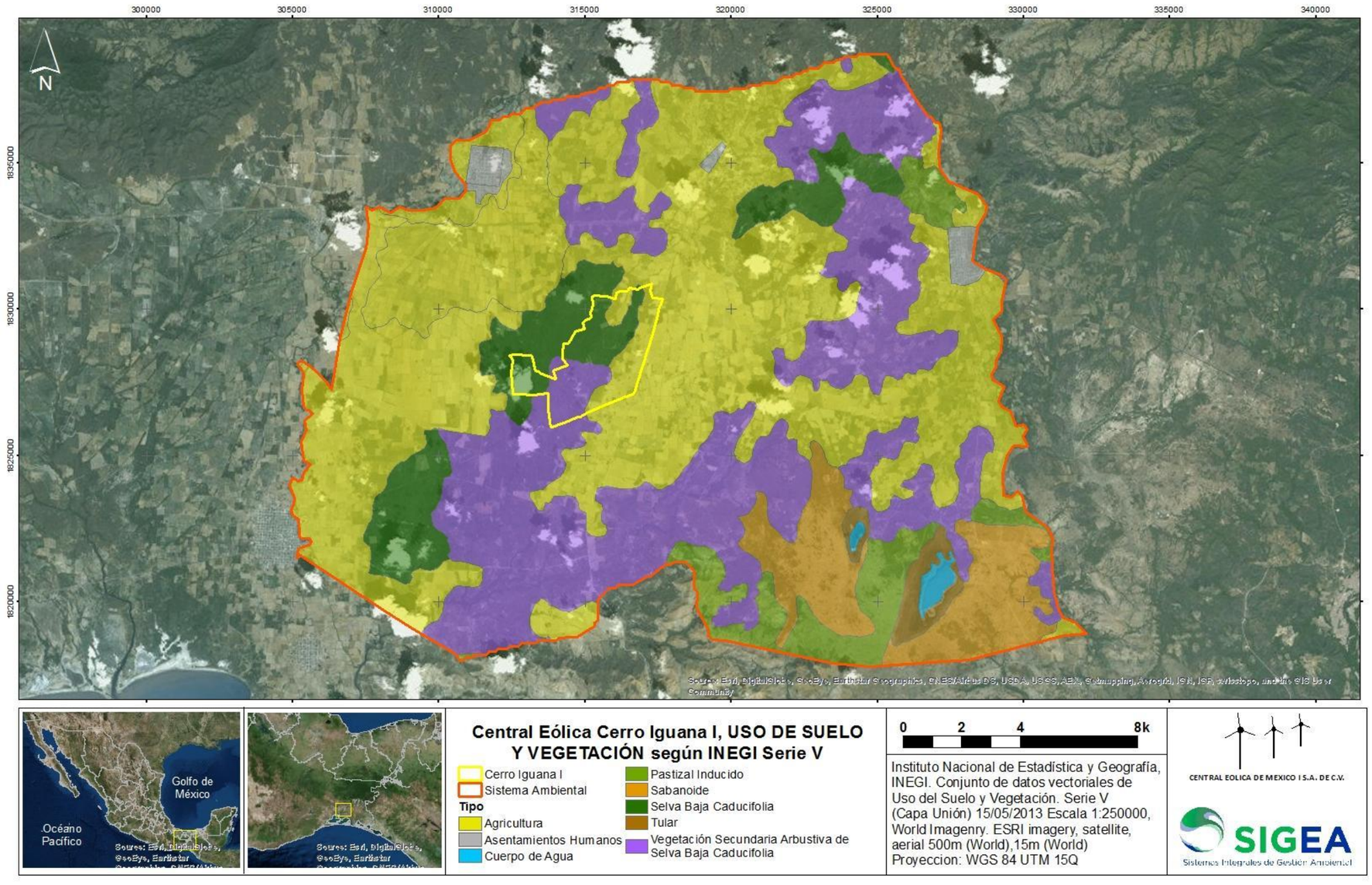


Figura IV–23. Usos de suelo y/o vegetación en el SA del proyecto.

Descripción de usos de suelo y vegetación a nivel del SA

Para la descripción de los usos de suelo y/o vegetación identificados en el SA, se tomó como base la Guía para la interpretación de cartografía específica de uso de suelo y vegetación (INEGI 2005). A continuación se presenta esta descripción.

Agricultura

Se incluyen todos aquellos conceptos referentes al uso que el hombre da a los suelos o soportes inertes que sostienen cultivos. La clasificación de los tipos de agricultura se hace teniendo en cuenta la disponibilidad de agua para los cultivos, en temporal, riego y humedad; como variante de la agricultura de temporal establecida permanentemente se diferencia la itinerante y la nómada.

En el SA definido para el proyecto se presentan los siguientes tipos de agricultura:

Agricultura de riego. Considera los diferentes sistemas de riego (método con el que se proporciona agua suplementaria a los cultivos, durante el ciclo agrícola). Esencialmente, es la manera de cómo se realiza la aplicación del agua, pudiendo ser por aspersión, goteo, canales o cualquier otra técnica, y es independiente de la duración del cultivo (meses, años o décadas).

Agricultura de temporal. 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, sea independiente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, un año o más de diez como los frutales. O bien son por periodos dentro de un año como los cultivos de verano. En el SA, este uso de suelo tiene cultivos de maíz, frijol y sorgo,

Este uso de suelo en su conjunto ocupa una superficie de 20,168.079 ha, que representa el 48.86% de la superficie total del SA, dentro de los cultivos más importantes se encuentran el maíz, frijol, sorgo, alfalfa, así como algunos cultivos frutales de traspatio para autoconsumo y para comercializar en baja escala.

Vegetación secundaria de selvas

La vegetación secundaria se define como una comunidad originada por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original; en

otros casos presenta un aspecto y composición florística diferente. Se desarrollan en zonas desmontadas para usos pecuarios y en áreas agrícolas abandonadas (INEGI, 2005).

En el Sistema Ambiental definido para el proyecto es difícil saber a ciencia cierta la vegetación primaria que se distribuía con anterioridad en la superficie que se encuentra cubierta por este tipo de vegetación, sin embargo, mediante el análisis de los tipos de vegetación que se distribuyen en sus colindancias y en su cercanía, se puede considerar que mayormente fue originada por la remoción de Selva Baja Caducifolia.

En la clasificación de esta comunidad se consideran tres etapas sucesionales secundarias (árbórea, arbustiva y herbácea); en el SA solamente se identificó la vegetación secudaria arbustiva, la cual se describe a continuación:

Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia (VSa-SBC): Este tipo de vegetación se desarrolla transcurrido un tiempo corto después de la eliminación o perturbación de la vegetación original; en general están formadas por muchas especies. Ejemplos de especies indicadoras de comunidades secundarias arbustivas en las selvas son *Acacia spp., Mimosa bahamensis, Calliandra spp., Opuntia spp*. y abundantes compuestas.

Dentro del SA este uso de suelo es el segundo más abundante ocupando una superficie de 11,757.016 hectáreas que representa el 28.48% respecto a la superficie total del mismo.

Selva Baja Caducifolia (SBC)

Las selvas son comunidades formadas por vegetación arbórea de origen meridional (Neotropical), generalmente de climas cálido húmedo, subhúmedo y semiseco. Están compuestas por la mezcla de un gran número de especies, muchas de las cuales presentan contrafuertes o aletones. Posee bejucos, lianas y plantas epífitas, frecuentemente con árboles espinosos entre los dominantes. A diferencia de los bosques, las selvas son comunidades muy complejas en cuanto a la composición de su flora, por lo que su clasificación se realiza con base principalmente en su aspecto fisonómico y secundariamente en su composición florística.

Se clasifican de acuerdo con su altura y a la persistencia o caducidad de la hoja durante la época más seca del año. Clasificación por altura (según INEGI): Selva baja: 4 a 15 m, Selva mediana: 15 a 30 m y Selva Alta: mayor de 30 m. Clasificación por persistencia y caducidad de la hoja

(según INEGI): Caducifolia: más del 75% de las especies tiran las hojas en la época seca del año; Subcaducifolia: entre el 50 y el 75% de las especies tiran la hoja en la época crítica; Subperennifolia: entre el 25 y el 50% de las especies lo hacen y Perennifolia: más del 75% de las especies conservan la hoja todo el año.

El tipo de selva que se distribuye en el SA definido para el proyecto es la denominada Selva Baja Caducifolia, ya que el estrato arbóreo está entre 4 y 8 metros y más del 75% de sus especies tiran la hoja en la época seca del año; se reporta cubriendo una superficie de 3,241.144 ha, que representa el 7.85% de la superficie total del mismo. Algunas especies importantes son *Lysiloma spp* (tsalam, guaje), *Piscidia piscipula* (ja'bín), *Bursera simaruba* (chaka', palo mulato), *Cedrela odorata* (cedro rojo), *Cordia spp* (ciricote, cuéramo), *Alvaradoa amorphoides* (belsinikche', camarón), *Lonchocarpus rugosus*, *Cordia gerascanthus, Gyrocarpus sp., Neomillspaughia emarginata, Gyrocarpus americanus y Caesalpinia gaumeri, Spondias purpurea, Heliocarpus donell smithi, Amphipterygium adstringens*, entre otros.

Sabannoide (VSI)

Se debe a la intervención del hombre que ha talado, quemado y sobrepastoreado el bosque, al grado de volverse tolerante al fuego. La sabana está dominada principalmente por gramíneas, pero es común encontrar un estrato arbóreo bajo de 3 a 6 m de alto. Se desarrolla sobre terrenos planos o poco inclinados, en suelos profundos y arcillosos que se inundan durante el periodo de lluvias y en la época seca se endurecen al perder el agua. La vegetación de esta comunidad se caracteriza por la dominancia de pastizales como: *Andropogon bicornis, Paspalum pectinatum, Andropogon altus, Imperata sp., Panicum maximum* y otros. También existen algunas ciperaceas como *Cyperus sp. y Dichromena ciliata*. Además de las plantas arbóreas como jícaro (*Crescentia cujete*), cuatecomate (*Crescentia alata*), tlachicón (*Curatella americana*) y nanche (*Byrsonima crassifolia*).

El uso principal de las sabanas es la ganadería, por la gran cantidad de gramíneas que en ella se encuentran. La recolección de frutos de nanche y jícaro son importantes por su valor comestible, medicinal y artesanal. En la franja litoral del sur de Oaxaca y del sureste de Guerrero pueden observarse extensas superficies cubiertas por un pastizal con *Byrsonima* y *Curatella*, semejante en su fisonomía a la Sabana, pero que se desarrolla sobre laderas de cerros con inclinación variable, a veces bastante pronunciada y con suelos que no tienen indicios de drenaje lento. Al

igual que en la vertiente atlántica, estas comunidades a menudo forman mosaicos con encinares de clima caliente (INEGI, 2005). Dentro del SA definido para el proyecto, esta asociación vegetal se reporta cubriendo 2,940.126 ha que representa el 7.12% de la superficie total del mismo.

Pastizal Inducido (PI)

Es aquel que surge cuando es eliminada la vegetación original. Este pastizal puede aparecer como consecuencia de desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia. Son de muy diversos tipos y aunque cabe observar que no hay pastizales que pudieran considerarse como totalmente libres de alguna influencia humana, el grado de injerencia del hombre es muy variable y con frecuencia difícil de estimar. Aun haciendo abstracción de los pastos cultivados, pueden reconocerse muchas áreas cubiertas por el pastizal inducido, que sin duda alguna sostenían otro tipo de vegetación antes de la intervención del hombre y de sus animales domésticos. Como se señaló anteriormente, los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene.

Entre los géneros a que pertenecen las gramíneas dominantes pueden citarse: *Andropogon, Aristida, Bouteloua, Bromus, Deschampsia, Hilaria, Muhlenbergia, Stipa, Trachypogon y Trisetum*. Este uso de suelo se distribuye en una superficie de 2,070.460 ha que representa el 5.02% de la superficie total del SA.

Tular (VT)

El tular se puede describir como una comunidad de plantas acuáticas, arraigadas en el fondo, constituida por monocotiledóneas de 80 cm hasta 2.5 m de alto, de hojas largas y angostas o bien carentes de ellas. Se desarrolla en lagunas y lagos de agua dulce o salada y de escasa profundidad. Las especies que predominan en esta asociación son: tule (*Typha domingensis*) y popotillo (*Eleocharis geniculata*); asociados a estas es posible encontrar los llamados carrizales de *Arundo donax*, sin embargo, considerando que no tienen una distribución homogénea es prácticamente imposible hacer una separación del tular con respecto al carrizal y viceversa.

En lo que respecta a superficie, esta asociación se distribuye en 477.867 ha que representa el 1.16% de la superficie total del SA.

Asentamientos Humanos (AH)

Los Asentamientos humanos están ocupados por localidades que resultan significativas a la escala del SA definido para el proyecto. Las superficies identificadas corresponden a las localidades de Santo Domingo Ingenio, La Blanca, Niltepec, Cazaderos de Arriba, Cazaderos de Abajo y Unión Hidalgo, cubriendo una superficie total de 440.861 ha (1.07% de la superficie total).

Cuerpos de agua (H_2O)

Un cuerpo de agua es una masa o extensión de agua, tal como un lago, mar u océano que cubre parte de la Tierra. Algunos cuerpos de agua son artificiales, como los estanques, aunque la mayoría son naturales. Pueden contener agua salada o dulce (INEGI, 2005). Este tipo de uso de suelo corresponde a las Lagunas Dolores y San Lorenzo, las cuales cubren una superficie de 183.300 ha (0.44% de la superficie total del SA).

B) Análisis a nivel local: Área del Proyecto y Superficie de Ocupación de Proyecto

Para determinar los diferentes usos de suelo y/o vegetación que se desarrollan en el Área del Proyecto (AP) y por ende en la Superficie de Ocupación de Proyecto (SOP) se consideraron los siguientes pasos:

- Revisión de información: Mediante la revisión de la información documental se realizó una clasificación no supervisada de las asociaciones vegetales y los usos de suelo a nivel área del proyecto.
- Recorridos por el predio: Apoyados de GPS Garmin etrex, de esta forma se pudo reafirmar y determinar las diferentes asociaciones vegetales y usos de suelo.
- Levantamiento de información biológica: Finalmente, se realizó el levantamiento de información sobre las características de la estructura y composición de cada uno de los tipos de vegetación forestal identificados en el AP y por ende en la SOP.

En el Capítulo VIII de este mismo estudio, se describen detalladamente los métodos de campo que fueron implementados para la caracterización de los usos de suelo y vegetación a nivel de AP.

Resultados de los tipos de uso de suelo y vegetación a nivel del AP

Mediante el inventario de la vegetación en campo se pudo constatar que los tipos de vegetación que se distribuyen en el área del proyecto (AP) son: Selva Baja Caducifolia, Agricultura y Caminos existentes (**Tabla IV—5**). La descripción a detalle de este uso de suelo identificado se presenta más adelante, mientras que su distribución espacial se presenta en la **Figura IV—24**.

Tabla IV–5. Tipos de vegetación y uso de suelo reportados dentro del AP.

No	Clave	Uso de Suelo y/o Vegetación	Superficie (m²)	Superficie (ha)	%
1	SBC	Selva Baja Caducifolia	8,620,308.532	862.031	70.39
2	A	Agricultura	3,534,080.810	353.408	28.86
3	C	Caminos existentes	91,430.200	9.143	0.75
		Totales	**12,245,819.542**	**1,224.582**	**100.00**

Superficie de ocupación de proyecto (SOP)

La SOP se define como la superficie que va a ser utilizada para el desplante de cada uno de los conceptos que se requieren para el correcto desarrollo del proyecto, la cual en su conjunto suma 23.714 ha, tal como se muestra en la **Tabla IV—6**.

Tabla IV–6. Superficie de ocupación de proyecto.

No.	Concepto	Superficie de ocupación de proyecto total separada por obra (m²)	Superficie de ocupación de proyecto total separada por obra (ha)	Superficie que se sobrelapa con aerogeneradores (m²)	Superficie real de ocupación (m²)	Superficie real de ocupación (ha)	%
1	Camino interior	137,405.59	13.741	0.00	137,405.59	13.741	58.41
2	Plataformas	54,680.13	5.468	1,887.39	52,792.74	5.279	22.44
3	Aerogeneradores	38,549.31	3.855	0.00	38,549.31	3.855	16.39

No.	Concepto	Superficie de ocupación de proyecto total separada por obra (m²)	Superficie de ocupación de proyecto total separada por obra (ha)	Superficie que se sobrelapa con aerogeneradores (m²)	Superficie real de ocupación (m²)	Superficie real de ocupación (ha)	%
4	Subestación	4,000.00	0.400	0.00	4,000.00	0.400	1.70
5	Campa de acopio	2,500.00	0.250	0.00	2,500.00	0.250	1.06
	Totales	**237,135.03**	**23.714**	**1,887.39**	**235,247.64**	**23.52**	**100.00**

Sin embargo, existe una superficie destinada para plataformas que se sobrelapa con la que se utilizará para aerogeneradores, por lo que, para obtener la Superficie de ocupación real de proyecto, esta superficie fue descontada, quedando la superficie de ocupación real en 23.52 ha, tal como se observa en y Tabla IV—7.

Tabla IV–7. Superficie de ocupación real de proyecto, separada por concepto.

No.	Concepto	Superficie real de ocupación (m²)	Superficie real de ocupación (ha)	%
1	Camino interior	137,405.59	13.741	58.41
2	Plataformas	52,792.74	5.279	22.44
3	Aerogeneradores	38,549.31	3.855	16.39
4	Subestación	4,000.00	0.400	1.70
5	Campa de acopio	2,500.00	0.250	1.06
	Totales	**235,247.64**	**23.52**	**100.00**

En la **Tabla IV—8** se presenta la superficie de ocupación real del proyecto, separada por uso de suelo y/o vegetación. Mientras que en la **Tabla IV—9** se presenta la superficie de ocupación real del proyecto, separada en terrenos forestales y no forestales.

Tabla IV–8. Superficie de ocupación real de proyecto, separada por USV.

No.	Uso de Suelo y/o Vegetación	Superficie real de ocupación calculada (m²)	Superficie de ocupación por el proyecto (m²)	Superficie de ocupación por el proyecto (ha)	%	% del área de ocupación con respecto al AP
1	Selva Baja Caducifolia	185,025.61	185,025.61	18.503	78.65	0.773
2	Agricultura	49,214.14	49,214.14	4.921	20.92	0.206
3	Caminos existentes	1,007.89	1,007.89	0.101	0.43	0.004
	Totales	**235,247.64**	**235,247.64**	**23.52**	**100.00**	**0.983**

Tabla IV–9. Superficie de ocupación real de proyecto, separada en terrenos forestales y no forestales.

No.	Uso de Suelo	Superficie (m²)	Superficie (ha)	%
1	Forestal	185,025.61	18.503	78.65
2	No Forestal	50,222.03	5.022	21.35
	Totales	**235,247.64**	**23.525**	**100.00**

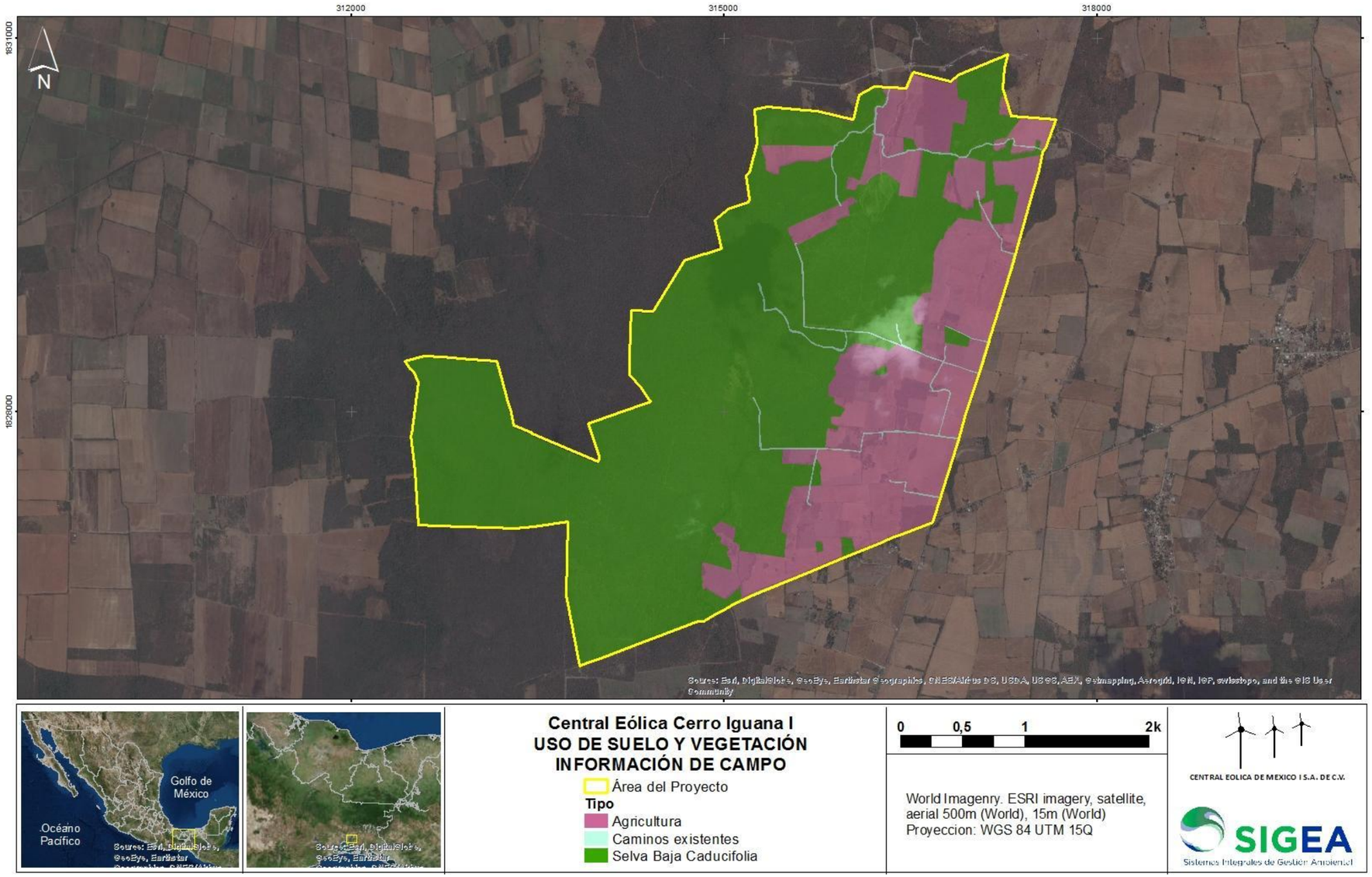


Figura IV–24. Usos de suelo y vegetación presentes en el área del proyecto (AP).

Descripción de usos de suelo y vegetación a nivel del AP y SOP

A continuación se presenta la descripción de los usos de suelo y/o vegetación identificados en la superficie considerada como área del proyecto y en la superficie de ocupación de proyecto.

Selva Baja Caducifolia (SBC)

En el area del proyecto esta asociación se distrbuye en una superficie de 862.031 ha, que representa el 70.39% de la superficie total del mismo. En la SOP esta asociación de vegetación se distribuye en 18.503 ha, que representa el 78.65% con respecto a la superficie total de la misma. Las especies que predominan en esta asociación en base a los datos recabados en campo son: *Albizzia occidentalis, Cordia alliadora, Psidium sartorianum, Amphypteringium adstringens, Acacia constricta, Caesalpinia eriostachys, Pithecellobium dulce, Caesalpinia coriaria, Pithecollobium conzatti, Caesalpinia platyloba* y *Randia aculeata*.

Agricultura (A)

Este uso de suelo es el segundo mejor representado en el área del proyecto donde los cultivos que más se practican son: Maíz, Frijol y Sorgo, se distribuye en una superficie de 353.408 ha que representa el 28.86% de la superficie total del área de proyecto. Para el desarrollo de la fase I se pretende ocupar una superficie de 4.921 ha, que representa el 20.92% de la SOP.

Caminos existentes (C)

Se catalogó a este uso de suelo a todos aquellos caminos de terracería que se encuentran dentro del área del proyecto y que comunican a algunos ranchos y áreas de cultivo, principalmente, así como a parte de la carretera federal Tuxtla Gutiérrez – Oaxaca, en su conjunto ocupan una superficie de 9.143 ha (0.75% del total). Para el desarrollo de la fase I se pretende ocupar una superficie de 0.101 ha, que representa el 0.43% de la SOP.

A continuación se presentan los datos de riqueza, densidad absoluta y relativa, altura y diámetro promedio, índice de valor de importancia e índice de Shannon calculados para la asociación vegetal de Selva Baja Caducifolia a través de los 17 sitios de muestreo realizados dentro y en las inmediaciones del AP, **Figura IV—25.**

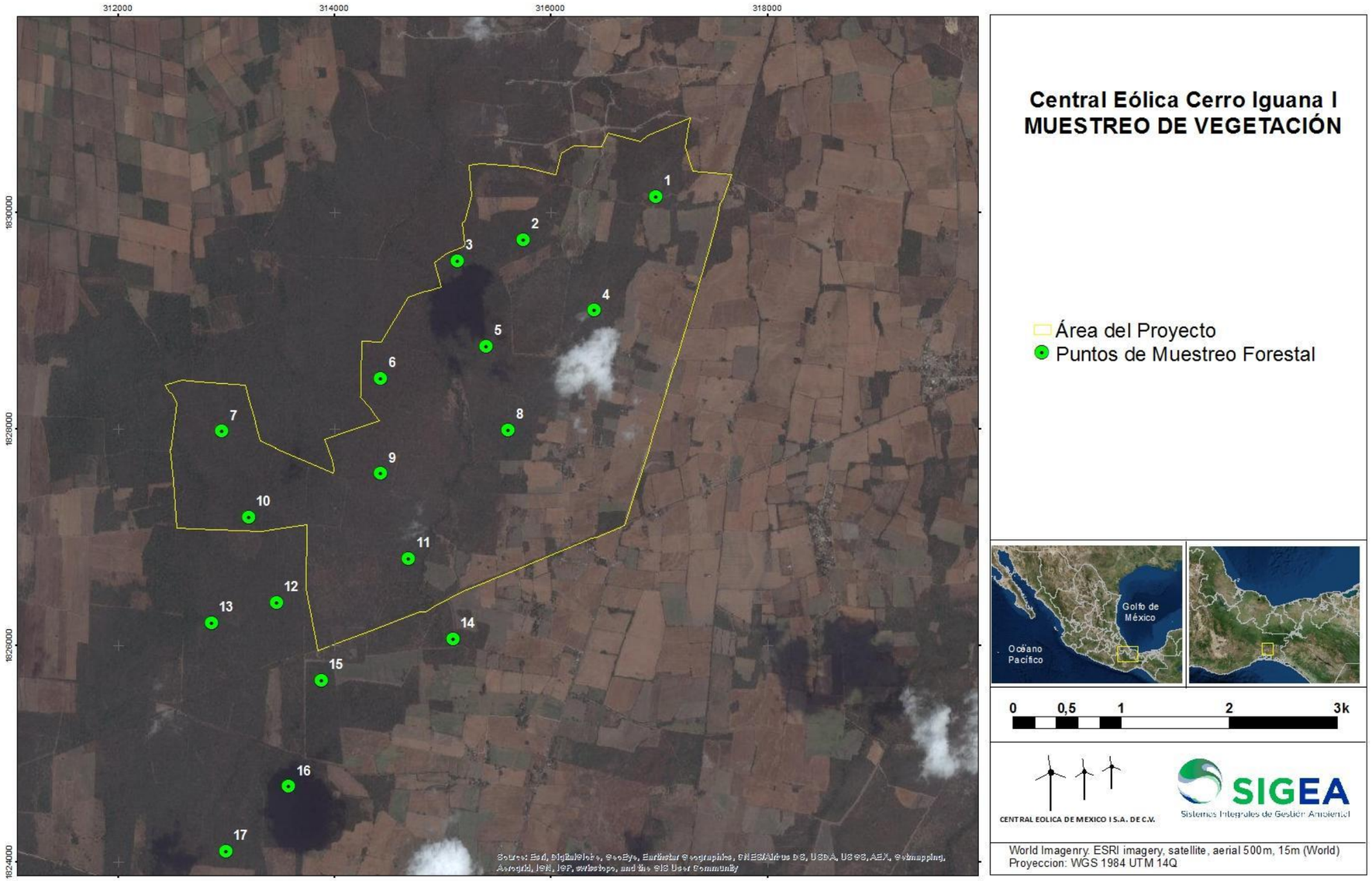


Figura IV–25. Sitios de muestreo de vegetación.

Riqueza

Conforme a los resultados de los sitios de muestreo levantados en campo, en esta asociación se registraron un total de 36 especies (R=36), correspondientes a 16 familias diferentes, donde las mejor representadas son: *Fabaceae* con un total de 16 especies que representa el 44.44% del total, *Anacardiaceae, Apocynaceae, Bignoniaceae, Burseraceae* y *Malvacea* con un total de 2 especies cada una que corresponde al 5.56% del total, respectivamente, mientras que las 10 familias restantes solo registraron una especie cada una.

Tabla IV–10. Riqueza de especies identificadas durante la fase de campo en las áreas cubiertas por Selva Baja Caducifolia.

No.	Familia	Nombre científico	Nombre común
1	Fabaceae	*Pithecellobium mangense*	Cacho de toro
2		*Caesalpinia coriaria*	Cascalote
3		*Lonchocarpus eriocarinalis*	Chaperno
4		*Lysiloma latisiliquum*	Chile seco
5		*Erythrina americana*	Colorín
6		*Acacia farnesiana*	Espino
7		*Caesalpinia granadillo*	Granadillo
8		*Acacia constricta*	Guaje
9		*Pithecellobium dulce*	Guamuchil
10		*Albizzia occidentalis*	Hojita viuche
11		*Prosopis laevigata*	Mezquite
12		*Haematoxylon brasiletto*	Palo brasil
13		*Pithecollobium conzatti*	Quebrahacha
14		*Caesalpinia platyloba*	Tepeguaje
15		*Caesalpinia eriostachys*	Umaga
16		*Senna atomaria*	Vainillo
17	Anacardiaceae	*Spondias purpurea*	Ciruelo de monte
18		*Amphypteringium adstringens*	Guachalalá
19	Apocynaceae	*Plumeria rubra*	Flor de mayo
20		*Thevetia ovata*	Yuyute
21	Bignoniaceae	*Crescentia cujete*	Palo de morro

No.	Familia	Nombre científico	Nombre común
22		*Tabebuia rosea*	Roble hormiguillo
23	Burseraceae	*Bursera simaruba*	Palo mulato
24		*Bursera odorata*	Papelillo
25	Malvaceae	*Gossypium aridum*	Algondoncillo
26		*Guazuma ulmifolia*	Caulote
27	Arecaceae	*Sabal mexicana*	Palma
28	Boraginaceae	*Cordia alliadora*	Laurel
29	Cactaceae	*Pereskia lychnidiflora*	Guititache
30	Myrtaceae	*Psidium sartorianum*	Guayabillo
31	Nyctaginaceae	*Pisonia aculeata*	Espina pozol
32	Polygonaceae	*Coccoloba liebmannii*	Carnero
33	Rhamnaceae	*Karwinskia humboldtiana*	Canelillo
34	Rubiaceae	*Randia aculeata*	Palo de chicle
35	Theophrastaceae	*Jacquinia macrocarpa*	Yasee
36	Ulmaceae	*Phyllostylon brasiliense*	Palo de chipilín o Frijolillo

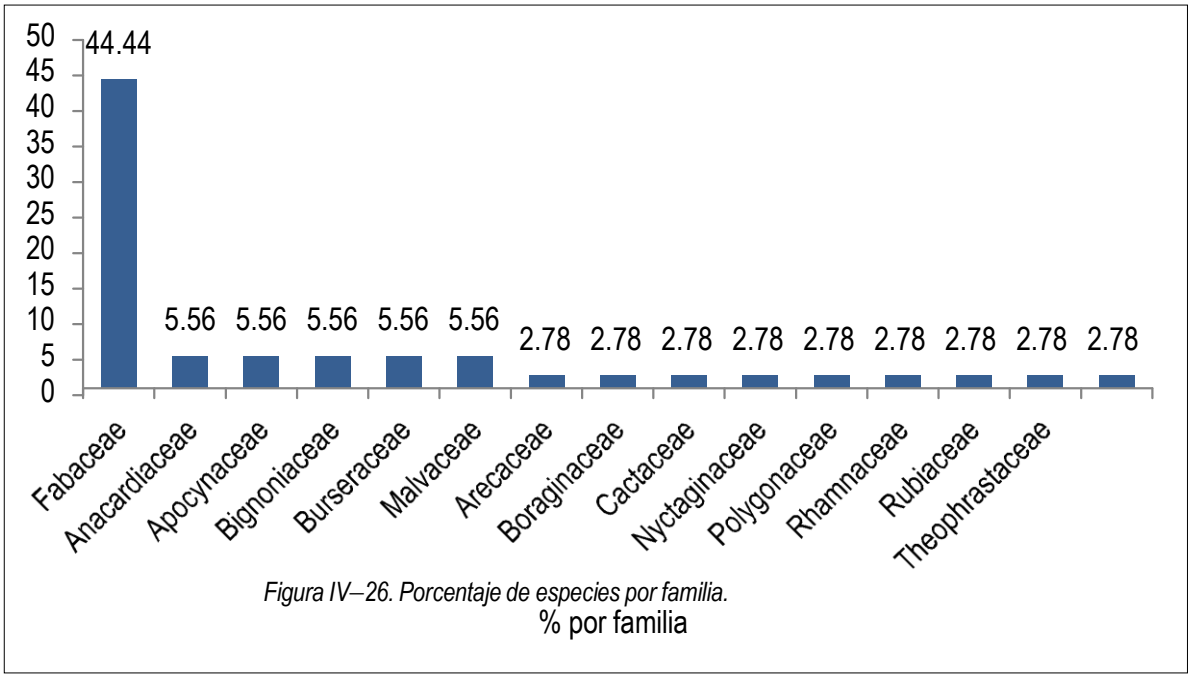


Figura IV–26. Porcentaje de especies por familia.

Densidad absoluta y relativa

En lo que respecta a la densidad estimada tipo y relativa para esta asociación se obtuvo una densidad de 477 individuos/ha, donde las especies mejor representadas son: *Albizzia occidentalis* con 56 ind/ha (densidad relativa –Dr- de 11.71%), *Cordia alliadora* con 44 ind/ha (densidad relativa –Dr- de 9.25%), *Psidium sartorianum* con 31 ind/ha (densidad relativa –Dr- de 6.54%), *Amphypteringium adstringens* con 28 ind/ha (densidad relativa –Dr- de 5.80%), *Acacia constricta* y *Caesalpinia eriostachys* con 27 ind/ha (densidad relativa –Dr- de 5.67%, respectivamente) y *Pithecellobium dulce* con 25 ind/ha (densidad relativa –Dr- de 5.18%), tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV–11. Densidad absoluta y relativa estimada mediante la fase de campo realizada en las áreas cubiertas por Selva Baja Caducifolia.

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia	Densidad estimada tipo (Indv/Ha)	Densidad Relativa (%)
1	Hojita viuche	*Albizzia occidentalis*	Fabaceae	56	11.71
2	Laurel	*Cordia alliadora*	Boraginaceae	44	9.25
3	Guayabillo	*Psidium sartorianum*	Myrtaceae	31	6.54
4	Guachalalá	*Amphypteringium adstringens*	Anacardiaceae	28	5.80
5	Guaje	*Acacia constricta*	Fabaceae	27	5.67
6	Umaga	*Caesalpinia eriostachys*	Fabaceae	27	5.67
7	Guamuchil	*Pithecellobium dulce*	Fabaceae	25	5.18
8	Cascalote	*Caesalpinia coriaria*	Fabaceae	24	5.06
9	Quebrahacha	*Pithecollobium conzatti*	Fabaceae	24	4.93
10	Tepeguaje	*Caesalpinia platyloba*	Fabaceae	22	4.69
11	Palo de chicle	*Randia aculeata*	Rubiaceae	22	4.56
12	Yuyute	*Thevetia ovata*	Apocynaceae	18	3.82
13	Palo mulato	*Bursera simaruba*	Burseraceae	14	2.84
14	Espino	*Acacia farnesiana*	Fabaceae	13	2.71
15	Vainillo	*Senna atomaria*	Fabaceae	12	2.59
16	Algondoncillo	*Gossypium aridum*	Malvaceae	11	2.34
17	Granadillo	*Caesalpinia granadillo*	Fabaceae	11	2.34

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia	Densidad estimada tipo (Indv/Ha)	Densidad Relativa (%)
18	Guititache	*Pereskia lychnidiflora*	Cactaceae	9	1.85
19	Ciruelo de monte	*Spondias purpurea*	Anacardiaceae	8	1.60
20	Palo brasil	*Haematoxylon brasiletto*	Fabaceae	6	1.23
21	Cacho de toro	*Pithecellobium mangense*	Fabaceae	5	1.11
22	Chile seco	*Lysiloma latisiliquum*	Fabaceae	5	1.11
23	Roble hormiguillo	*Tabebuia rosea*	Bignoniaceae	5	1.11
24	Yasee	*Jacquinia macrocarpa*	Theophrastaceae	5	1.11
25	Caulote	*Guazuma ulmifolia*	Malvaceae	4	0.74
26	Palo de morro	*Crescentia cujete*	Bignoniaceae	4	0.74
27	Carnero	*Coccoloba liebmannii*	Polygonaceae	3	0.62
28	Mezquite	*Prosopis laevigata*	Fabaceae	3	0.62
29	Chaperno	*Lonchocarpus eriocarinalis*	Fabaceae	2	0.49
30	Palo de chipilín	*Phyllostylon brasiliense*	Ulmaceae	2	0.49
31	Espina pozol	*Pisonia aculeata*	Nyctaginaceae	2	0.37
32	Papelillo	*Bursera odorata*	Burseraceae	2	0.37
33	Flor de mayo	*Plumeria rubra*	Apocynaceae	1	0.25
34	Palma	*Sabal mexicana*	Arecaceae	1	0.25
35	Canelillo	*Karwinskia humboldtiana*	Rhamnaceae	1	0.12
36	Colorín	*Erythrina americana*	Fabaceae	1	0.12
	Total			**477**	**100.00**

Altura y diámetro promedio

En lo referente a la estructura vertical, en esta asociación las especies dominantes son *Gossypium aridum*, con una altura promedio de 7.31 metros y un diámetro promedio de 0.14 metros, *Caesalpinia granadillo* con una altura promedio de 7.15 metros y una diámetro promedio de 0.24 metros, *Crescentia cujete* con una altura promedio de 7.00 metros y un diámetro promedio de 0.17 metros, *Thevetia ovata* con una altura promedio de 6.55 metros y un diámetro promedio de 0.14 metros, *Randia aculeata* con una altura promedio de 6.53 metros y un diámetro

promedio de 0.23 metros y *Pithecellobium conzatii* con una altura promedio de 6.51 metros y un diámetro promedio de 0.18 metros, los resultados completos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla IV–12. Altura y diámetro promedio estimado por especie, derivada del levantamiento de sitios de muestreo en las superficies cubiertas por Selva Baja Caducifolia.

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia	Altura promedio (m)	Diámetro promedio (m)
1	Algondoncillo	*Gossypium aridum*	Malvaceae	7.31	14.00
2	Granadillo	*Caesalpinia granadillo*	Fabaceae	7.15	23.59
3	Palo de morro	*Crescentia cujete*	Bignoniaceae	7.00	16.92
4	Yuyute	*Thevetia ovata*	Apocynaceae	6.55	14.04
5	Palo de chicle	*Randia aculeata*	Rubiaceae	6.53	22.56
6	Quebrahacha	*Pithecollobium conzatti*	Fabaceae	6.51	18.32
7	Roble hormiguillo	*Tabebuia rosea*	Bignoniaceae	6.49	16.96
8	Hojita viuche	*Albizzia occidentalis*	Fabaceae	6.30	12.89
9	Guamuchil	*Pithecellobium dulce*	Fabaceae	6.03	13.01
10	Tepeguaje	*Caesalpinia platyloba*	Fabaceae	6.01	11.68
11	Palo brasil	*Haematoxylon brasiletto*	Fabaceae	5.90	17.12
12	Mezquite	*Prosopis laevigata*	Fabaceae	5.88	20.38
13	Guititache	*Pereskia lychnidiflora*	Cactaceae	5.84	17.50
14	Palo mulato	*Bursera simaruba*	Burseraceae	5.77	12.88
15	Palo de chipilín	*Phyllostylon brasiliense*	Ulmaceae	5.75	8.67
16	Vainillo	*Senna atomaria*	Fabaceae	5.58	11.07
17	Caulote	*Guazuma ulmifolia*	Malvaceae	5.53	11.22
18	Colorín	*Erythrina americana*	Fabaceae	5.50	17.00
19	Palma	*Sabal mexicana*	Arecaceae	5.50	31.50
20	Guachalalá	*Amphypteringium adstringens*	Anacardiaceae	5.47	16.46
21	Guaje	*Acacia constricta*	Fabaceae	5.45	15.84
22	Papelillo	*Bursera odorata*	Burseraceae	5.23	9.50
23	Chile seco	*Lysiloma latisiliquum*	Fabaceae	5.08	11.19
24	Cacho de toro	*Pithecellobium mangense*	Fabaceae	5.07	11.21
25	Carnero	*Coccoloba liebmannii*	Polygonaceae	5.00	19.67
26	Umaga	*Caesalpinia eriostachys*	Fabaceae	4.95	11.84

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia	Altura promedio (m)	Diámetro promedio (m)
27	Guayabillo	*Psidium sartorianum*	Myrtaceae	4.81	12.16
28	Cascalote	*Caesalpinia coriaria*	Fabaceae	4.79	12.77
29	Chaperno	*Lonchocarpus eriocarinalis*	Fabaceae	4.75	14.50
30	Flor de mayo	*Plumeria rubra*	Apocynaceae	4.75	9.00
31	Laurel	*Cordia alliadora*	Boraginaceae	4.74	11.42
32	Ciruelo de monte	*Spondias purpurea*	Anacardiaceae	4.70	13.07
33	Espina pozol	*Pisonia aculeata*	Nyctaginaceae	4.63	12.00
34	Canelillo	*Karwinskia humboldtiana*	Rhamnaceae	4.50	14.00
35	Espino	*Acacia farnesiana*	Fabaceae	4.49	16.49
36	Yasee	*Jacquinia macrocarpa*	Theophrastaceae	4.13	12.81

Índice de Valor de Importancia (IVI)

Mediante el cálculo de la Dr, Fr y CSD, se estimó el IVI para cada una de las especies registradas en esta asociación; las especies con mayor IVI son: *Albizzia occidentalis* (26.53), *Cordia alliadora* (22.65), *Randia aculeata* (21.45), *Pithecellobium dulce* (23.47), *Amphypteringium adstringens* (15.92), *Psidium sartorianum* (15.22), *Caesalpinia granadillo* (15.00), *Pithecollobium conzatti* (14.71) y *Pithecellobium dulce* (13.95), los resultados totales se observan en la siguiente tabla, mientras que su distribución gráfica se muestra en la **Figura IV—27**.

Tabla IV–13. IVI calculado para cada estrato presente en las áreas cubiertas por Selva Baja Caducifolia.

No.	Nombre común	Nombre científico	Densidad Relativa (%)	Coeficiente Simple de Dominancia (%)	Frecuencia Relativa	IVI
1	Hojita viuche	*Albizzia occidentalis*	11.71	9.40	5.42	26.53
2	Laurel	*Cordia alliadora*	9.25	6.51	6.90	22.65
3	Palo de chicle	*Randia aculeata*	4.56	12.46	4.43	21.45
4	Guachalalá	*Amphypteringium adstringens*	5.80	7.67	2.46	15.92
5	Guayabillo	*Psidium sartorianum*	6.54	3.76	4.93	15.22
6	Granadillo	*Caesalpinia granadillo*	2.34	8.72	3.94	15.00
7	Quebrahacha	*Pithecollobium conzatti*	4.93	7.31	2.46	14.71

No.	Nombre común	Nombre científico	Densidad Relativa (%)	Coeficiente Simple de Dominancia (%)	Frecuencia Relativa	IVI
8	Guamuchil	*Pithecellobium dulce*	5.18	2.86	5.91	13.95
9	Umaga	*Caesalpinia eriostachys*	5.67	2.63	4.43	12.74
10	Guaje	*Acacia constricta*	5.67	3.75	2.96	12.38
11	Tepeguaje	*Caesalpinia platyloba*	4.69	2.29	4.93	11.91
12	Yuyute	*Thevetia ovata*	3.82	4.38	3.45	11.65
13	Cascalote	*Caesalpinia coriaria*	5.06	3.33	2.46	10.85
14	Vainillo	*Senna atomaria*	2.59	1.55	5.42	9.55
15	Espino	*Acacia farnesiana*	2.71	2.70	3.94	9.36
16	Palo mulato	*Bursera simaruba*	2.84	2.78	2.96	8.57
17	Guititache	*Pereskia lychnidiflora*	1.85	2.33	3.94	8.12
18	Algondoncillo	*Gossypium aridum*	2.34	2.53	1.97	6.84
19	Palo brasil	*Haematoxylon brasiletto*	1.23	2.74	1.48	5.45
20	Ciruelo de monte	*Spondias purpurea*	1.60	1.33	2.46	5.40
21	Cacho de toro	*Pithecellobium mangense*	1.11	0.46	3.45	5.02
22	Chile seco	*Lysiloma latisiliquum*	1.11	0.39	2.96	4.46
23	Roble hormiguillo	*Tabebuia rosea*	1.11	1.65	1.48	4.24
24	Yasee	*Jacquinia macrocarpa*	1.11	0.85	1.97	3.93
25	Palo de morro	*Crescentia cujete*	0.74	0.98	1.97	3.69
26	Mezquite	*Prosopis laevigata*	0.62	0.96	1.97	3.55
27	Carnero	*Coccoloba liebmannii*	0.62	0.95	1.48	3.04
28	Caulote	*Guazuma ulmifolia*	0.74	0.49	1.48	2.70
29	Palo de chipilín	*Phyllostylon brasiliense*	0.49	0.21	1.48	2.18
30	Palma	*Sabal mexicana*	0.25	0.93	0.49	1.67
31	Papelillo	*Bursera odorata*	0.37	0.19	0.99	1.55
32	Espina pozol	*Pisonia aculeata*	0.37	0.19	0.99	1.54
33	Chaperno	*Lonchocarpus eriocarinalis*	0.49	0.40	0.49	1.38
34	Flor de mayo	*Plumeria rubra*	0.25	0.10	0.99	1.34
35	Colorín	*Erythrina americana*	0.12	0.12	0.49	0.73
36	Canelillo	*Karwinskia humboldtiana*	0.12	0.11	0.49	0.73
Total			**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**

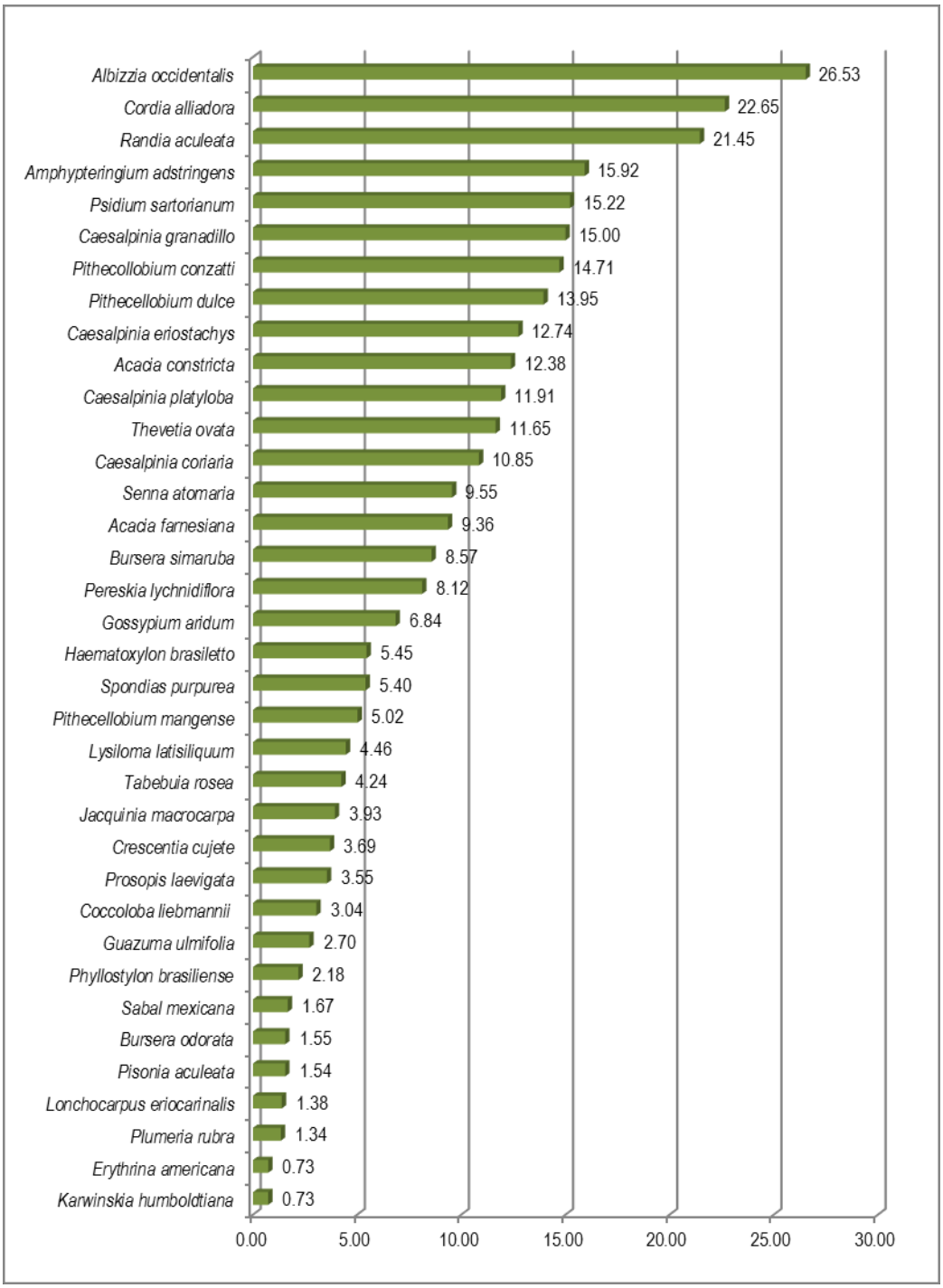


Figura IV–27. Representación gráfica del IVI calculado para cada especie registrada en las áreas cubiertas por Selva Baja Caducifolia.

Índice de Shannon Wiener (H'):

El índice de Shannon-Wiener para cada uno de los estratos de cada una de las áreas solicitadas para CUSTF fue calculado con los registros de cada especie (riqueza), según la siguiente fórmula: H' = ∑ pi/log(pi), donde *p* es la proporción relativa de las *i* especies. Los resultados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla IV–14. Índice de Shannon calculado para la asociación de vegetación de Selva Baja Caducifolia.

No.	Nombre común	Nombre científico	Individuos estimados por Hectárea	Densidad relativa (Pi)	Ln de Pi	Pi x Ln Pi
1	Hojita viuche	*Albizzia occidentalis*	56	0.117	-2.1444	-0.2512
2	Laurel	*Cordia alliadora*	44	0.092	-2.3808	-0.2202
3	Guayabillo	*Psidium sartorianum*	31	0.065	-2.7280	-0.1783
4	Guachalalá	*Amphypteringium adstringens*	28	0.058	-2.8481	-0.1651
5	Guaje	*Acacia constricta*	27	0.057	-2.8696	-0.1628
6	Umaga	*Caesalpinia eriostachys*	27	0.057	-2.8696	-0.1628
7	Guamuchil	*Pithecellobium dulce*	25	0.052	-2.9606	-0.1533
8	Cascalote	*Caesalpinia coriaria*	24	0.051	-2.9847	-0.1509
9	Quebrahacha	*Pithecollobium conzatti*	24	0.049	-3.0094	-0.1484
10	Tepeguaje	*Caesalpinia platyloba*	22	0.047	-3.0607	-0.1434
11	Palo de chicle	*Randia aculeata*	22	0.046	-3.0874	-0.1409
12	Yuyute	*Thevetia ovata*	18	0.038	-3.2643	-0.1248
13	Palo mulato	*Bursera simaruba*	14	0.028	-3.5628	-0.1010
14	Espino	*Acacia farnesiana*	13	0.027	-3.6072	-0.0979
15	Vainillo	*Senna atomaria*	12	0.026	-3.6537	-0.0946
16	Algondoncillo	*Gossypium aridum*	11	0.023	-3.7538	-0.0879
17	Granadillo	*Caesalpinia granadillo*	11	0.023	-3.7538	-0.0879
18	Guititache	*Pereskia lychnidiflora*	9	0.018	-3.9902	-0.0738
19	Ciruelo de monte	*Spondias purpurea*	8	0.016	-4.1333	-0.0663
20	Palo brasil	*Haematoxylon brasiletto*	6	0.012	-4.3957	-0.0542
21	Cacho de toro	*Pithecellobium mangense*	5	0.011	-4.5010	-0.0499
22	Chile seco	*Lysiloma latisiliquum*	5	0.011	-4.5010	-0.0499
23	Roble hormiguillo	*Tabebuia rosea*	5	0.011	-4.5010	-0.0499

No.	Nombre común	Nombre científico	Individuos estimados por Hectárea	Densidad relativa (Pi)	Ln de Pi	Pi x Ln Pi
24	Yasee	*Jacquinia macrocarpa*	5	0.011	-4.5010	-0.0499
25	Caulote	*Guazuma ulmifolia*	4	0.007	-4.9065	-0.0363
26	Palo de morro	*Crescentia cujete*	4	0.007	-4.9065	-0.0363
27	Carnero	*Coccoloba liebmannii*	3	0.006	-5.0888	-0.0314
28	Mezquite	*Prosopis laevigata*	3	0.006	-5.0888	-0.0314
29	Chaperno	*Lonchocarpus eriocarinalis*	2	0.005	-5.3120	-0.0262
30	Palo de chipilín o	*Phyllostylon brasiliense*	2	0.005	-5.3120	-0.0262
31	Espina pozol	*Pisonia aculeata*	2	0.004	-5.5997	-0.0207
32	Papelillo	*Bursera odorata*	2	0.004	-5.5997	-0.0207
33	Flor de mayo	*Plumeria rubra*	1	0.002	-6.0051	-0.0148
34	Palma	*Sabal mexicana*	1	0.002	-6.0051	-0.0148
35	Canelillo	*Karwinskia humboldtiana*	1	0.001	-6.6983	-0.0083
36	Colorín	*Erythrina americana*	1	0.001	-6.6983	-0.0083
		TOTAL	**477**	**1.000**		**3.1407**
			Riqueza	**36**		**Índice de Diversidad de Shannon**
			Hmax = Ln S	**3.5835**		
		Equitatividad (J)=	**H/Hmax**	**0.876**		

Análisis del IVI y H calculados en la Selva Baja Caducifolia.

Los resultados anteriores obtenidos para la Selva Baja Caducifolia se pueden interpretar como sigue:

1. En términos de riqueza, la asociación presenta una riqueza total de 36 (R = 36); pertenecientes a 16 familias diferentes; estos resultados nos indican que esta asociación se encuentra en buen estado de conservación.
2. De acuerdo con los resultados de la aplicación del índice de diversidad, la asociación en cuestión presenta un H de 3.1407. De acuerdo con Magurran (1988), cuando los valores de este índice son inferiores a 1.5, el área evaluada es considerada de diversidad baja, en tanto que los valores mayores a 1.5 y hasta 3.0 se consideran como diversidad media, y los valores mayores a 3.0 se consideran como diversidad alta. Teniendo en

consideración lo anterior, con los resultados de la aplicación del índice de diversidad de Shannon–Wiener (H), esta asociación mantiene una diversidad biológica alta. Estos resultados se deben a que existe un buen estado de conservación de dicha asociación y que las especies se distribuyen de una manera más o menos homogénea.

3. En lo que se refiere a especies vulnerables (enlistadas en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010), mediante los muestreos de campo no se registró especie alguna enlistada en dicha norma para la asociación en cuestión que se distribuye en el área del proyecto.

IV.3 Fauna

El objetivo de analizar las comunidades faunísticas en un estudio de impacto ambiental radica, por un lado, en la conveniencia de preservarlas como un recurso natural importante y, por otro lado, por ser excelentes indicadores de las condiciones ambientales de un determinado ámbito geográfico.

De acuerdo a la guía de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), son tres los objetivos fundamentales para llevar a cabo la evaluación de la parte correspondiente a fauna, los cuales son: 1) Selección de los grupos para la evaluación de la estabilidad en el sitio donde se establecerá el proyecto. 2) Identificación de las especies con algún régimen de protección derivado de la normatividad nacional y 3) Identificación de las especies que serán afectadas por el establecimiento del proyecto y que están fuera de algún régimen de protección.

Trabajo de campo

De manera previa al trabajo de campo se realizó una revisión bibliográfica con el fin de compilar listados iniciales de las especies de los cuatro grupos de vertebrados —Anfibios, Reptiles, Mamíferos y Aves— que potencialmente se distribuyen en el área de estudio y su zona de influencia. Posteriormente se llevó a cabo el trabajo de campo tanto en predios donde se pretende desarrollar el proyecto como en algunas áreas representativas del SA. El esfuerzo de campo tuvo una duración de 5 días entre el 10 y el 14 de noviembre de 2014; y el criterio principal para la ubicación de los sitios de muestreo de vertebrados consistió en asegurar una completa representatividad de las unidades ambientales identificadas en el Área del Proyecto.

Con el apoyo de binoculares y guías de campo especializadas sobre los distintos grupos de vertebrados, se realizaron recorridos matutinos, vespertinos y nocturnos, a pie y por medio de vehículos para la obtención de registros directos (visuales) e indirectos (cantos, rastros de huellas, excretas, huesos, madrigueras, etc.) de las especies de animales presentes en el área. De manera simultánea al listado de las especies observadas (**Anexo 11**), se preparó un registro fotográfico para la posterior verificación, o en su caso, identificación de los registros visuales obtenidos en el campo (**Anexo 11**).

En el Capítulo VIII de este mismo estudio, se ha establecido a detalle, los métodos de campo que fueron implementados para la captura y el registro de las distintas clases de vertebrados, así como los criterios taxonómicos que fueron empleados para llevar a cabo la determinación de las especies registradas.

Resultados Generales

Riqueza

En total dentro del área de estudio se observaron en los trabajos de campo 104 especies que representan aproximadamente el 3.60% del total de vertebrados que alberga México (Ramamoorthy *et al* 1998; Challenger 1998). Estas 104 especies registradas pertenecen a 24 órdenes, 2 subórdenes y 54 familias.

Los anfibios quedaron representados por 6 especies pertenecientes a 5 familias y 1 orden, los reptiles por 20 especies, 10 familias, 2 subórdenes y 2 órdenes; los mamíferos por 16 especies de 12 familias y 6 órdenes; y por último, se registró un total de 62 especies de aves, incluidas en 27 familias y 15 órdenes.

Con el total de 104 especies registradas para la zona, la estimación de proporción para cada grupo quedó de la siguiente manera: 5.76% para los anfibios, 19.20% para reptiles, 15.38% para mamíferos, y el grupo más representativo es el de las aves con un 59.61%.

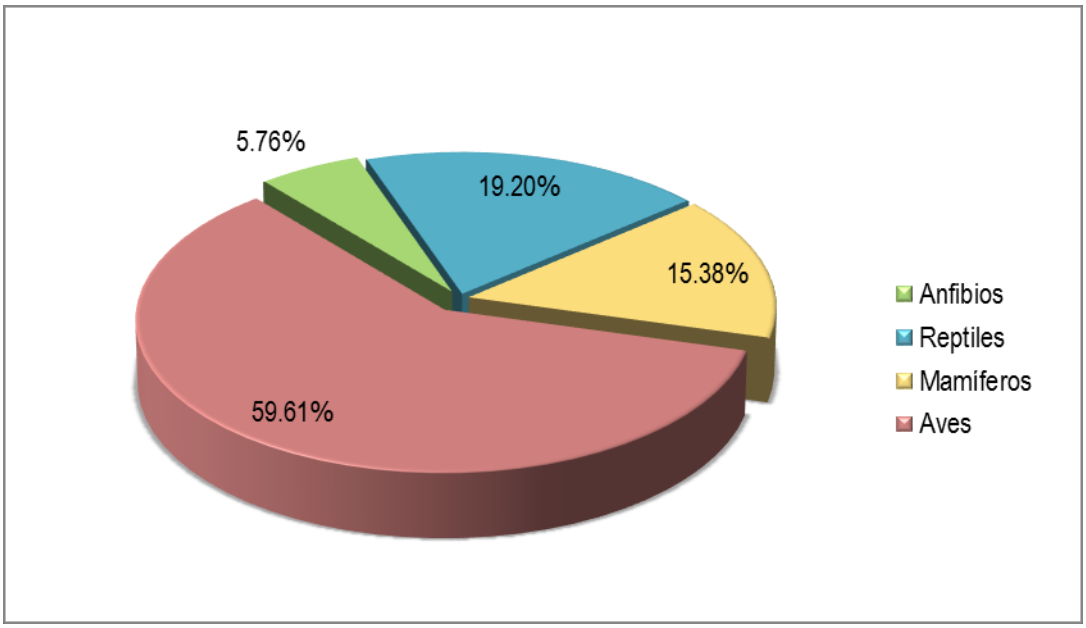


Figura IV–28. Proporción de especies identificadas por grupo de vertebrados, para el área de estudio.

Abundancia

En cuanto a la abundancia, el grupo faunístico mejor representado es el de las aves, registrando un total de 1,354 individuos lo que equivale al 90.87% del total de registros. Las especies que registraron una mayor abundancia son *Quiscalus mexicanus con 352* individuos, *Tyrannus forficatus* con 287 y *Calocitta formosa* con 48 individuos observados.

El segundo lugar lo ocupa el grupo de los reptiles con 99 registros equivalentes al 6.64% de los registros totales. Dentro de este grupo, la culebra *Leptodeira annulata* fue la que presentó mayor número de registros con 29 individuos observados, seguida de *Aspidoscelis guttata* con 23 registros.

Después le siguieron los mamíferos con número total de 22 registros equivalentes al 1.47% del total, donde el coatí (*Nasua narica*) fue la especie que más registros con 3 individuos observados.

Por último los anfibios fue el grupo faunístico que registró el menor número de individuos contabilizando solo 15 ejemplares equivalentes al 1.00% del total de registros. La rana *Leptodactylus melanonotus* fue la especie más observada con 6 registros.

Las estimaciones de abundancia son relevantes al momento de diseñar estrategias de conservación y rescate de fauna silvestre, ya que permiten hacer una planeación del esfuerzo necesario para la implementación de estas actividades, en función de la abundancia de los distintos grupos, o incluso a nivel específico.

En las siguientes Figuras se puede observar el número de individuos registrados por cada especie (**Figura IV–29**), durante los cinco días de muestreo que comprendió este estudio.

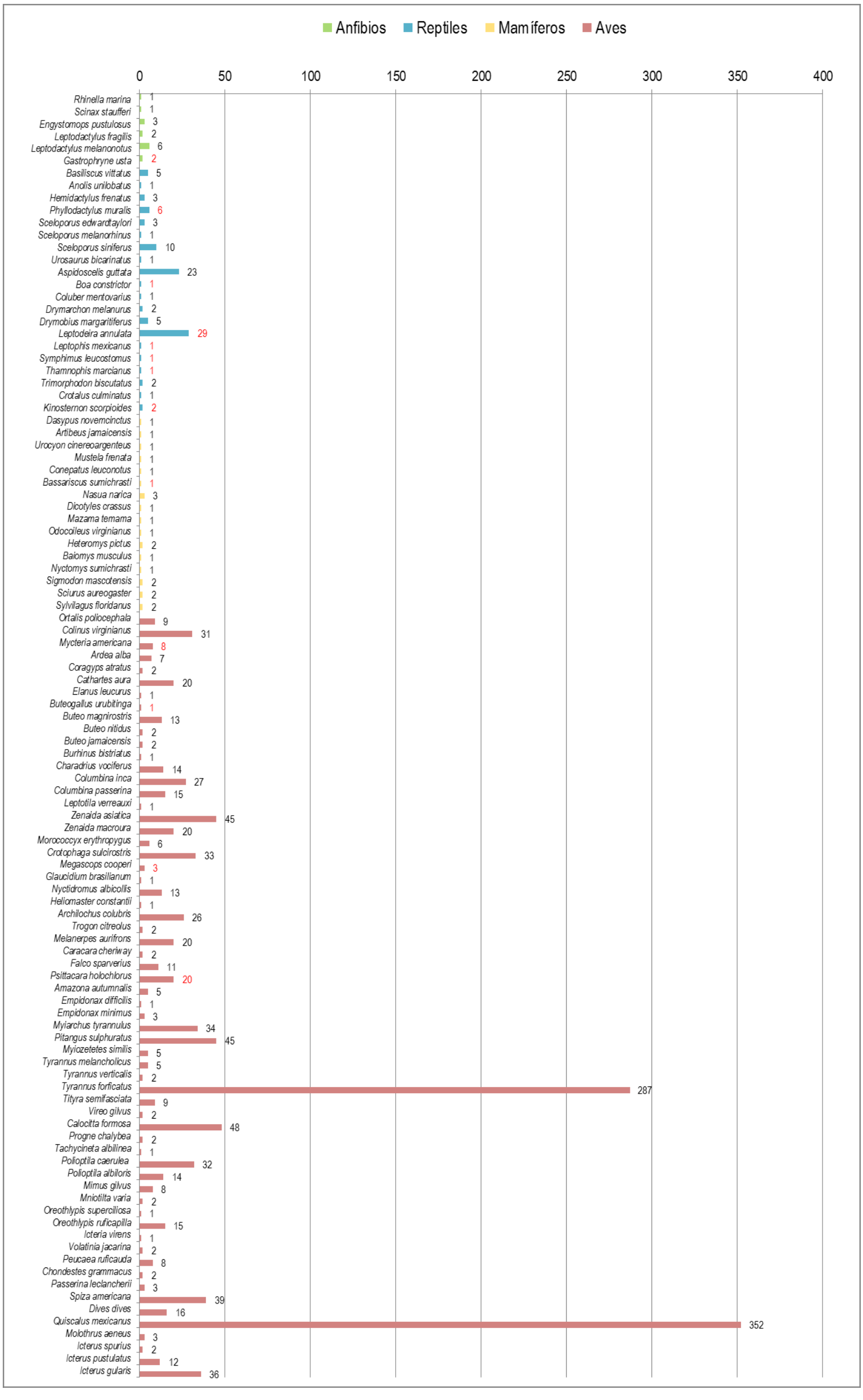


Figura IV–29. Abundancia de las especies de vertebrados terrestres en el SA del proyecto. En color rojo se señala la abundancia de las especies que se encuentran dentro de alguna de las categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Estacionalidad

En cuanto a la estacionalidad de la fauna registrada, se encontró que 88 de las 104 especies registradas son residentes permanentes del sitio, 14 especies son visitantes de invierno y 2 solo 2 especies registradas son consideradas como transitorias en la región en la que se encuentra el proyecto. Cabe señalar que el grupo de las aves el único que registra especies tanto migratorias como residentes, los otros tres grupos faunísticos registrados durante el estudio (anfibios, reptiles y mamíferos) únicamente presentan especies residentes.

Estatus de riesgo de las especies

De las 104 especies registradas en este inventario, 13 están incluidas en el listado de la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010), encontrándose agrupadas de la siguiente manera: 4 especies para la categoría de Amenazadas (A), y 9 en la categoría de Protección Especial (Pr). Las restantes 91 especies no están dentro de ninguna categoría de protección. Por otro lado, las proporciones estimadas para cada categoría de protección respecto al total de especies caracterizadas en el estudio, resultan de la siguiente manera: el 3.84% de las especies en la categoría de Amenazadas y 8.65% están bajo Protección Especial y el restante 87.5% no están en ninguna de las categorías de protección.

Dentro de las 4 especies que se encuentran en la categoría de Amenazadas, se encuentran *Boa constrictor, Leptophis mexicanus* y *Thamnophis marcianus* que pertenecen al grupo de los reptiles, y el perico mexicano (*Psittacara holochlorus*) perteneciente al de las aves. Para la categoría de especies en Protección Especial, una (*Gastrophryne usta*) pertenece al grupo de los anfibios, cuatro de las especies (*Phyllodactylus muralis, Leptodeira annulata, Symphimus leucostomus* y *Kinosternon scorpioides*) son del grupo de los reptiles, el cacomixtle (*Bassariscus sumichrasti*) al de los mamíferos y las otras tres especies (*Mycteria americana, Buteogallus urubitinga y Megascops coperii*) pertenecen al grupo de las aves.

Tabla IV–15. Categorías de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

TAXON	Nombre común	Estatus de riesgo (NOM-059-SEMARANT-2010)
Anfibios		
Gastrophryne usta	Sapito triangular	Pr
Reptiles		
Phyllodactylus muralis	Salamanquesa de Oaxaca	Pr
Boa constrictor	Mazacoatl	A
Leptodeira annulata	Escombrera	Pr
Leptophis mexicanus	Ranera mexicana	A
Symphimus leucostomus	Culebra labio blanco de Tehuantepec	Pr
Thamnophis marcianus	Sochuate	A
Kinosternon scorpioides	Tortuga escorpión	Pr
Mamíferos		
Bassariscus sumichrasti	Cacomixtle	Pr
Aves		
Mycteria americana	Cigüeña americana	Pr
Buteogallus urubitinga	Aguililla negra mayor	Pr
Megascops cooperi	Tecolote de Cooper	Pr
Psittacara holochlorus	Perico mexicano	A

Especies prioritarias para la conservación

En cuanto a las especies prioritarias para la consevación incluidas en el listado del Diario Oficias de la Federación de fecha 5 de marzo de 2014, se encontró que 6 de las 104 especies registradas durante los trabajos de campo, se encuentran incluídas en esta lista. Entre ellas se incluyen a dos mamíferos, el temazate (*Mazama temama*) y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y cuatro aves, la paloma ala blanca y la paloma huilota (*Zenaida asiática* y *Zenaida macroura*), y los pericos *Psittacara holochlorus* y *Amazona autumnalis* (perico mexicano y loro cachete amarillo).

Endemismo

De las especies registradas durante el trabajo de campo se encontró que 9 de ellas son endémicas, lo equivale al 8.65% del total de las especies observadas. Siendo 5 de las especies pertenecientes al grupo de los reptiles, una especie al de los mamíferos y 3 al de las aves.

Tabla IV–16. Especies endémicas a México registradas en el área de estudio.

Taxa	Nombre común	Endemismo
Reptiles		
Phyllodactylus muralis	Salamanquesa de Oaxaca	Endémica
Sceloporus edwardtaylori	Espinosa de Taylor	Endémica
Aspidoscelis guttata	Ticuiliche mexicano	Endémica
Symphimus leucostomus	Culebra labio blanco de Tehuantepec	Endémica
Crotalus culminatus	Shunu	Endémica
Mamíferos		
Sigmodon mascotensis	Rata algodonera	Endémica
Aves		
Ortalis poliocephala	Chachalaca pálida	Endémica
Trogon citreolus	Trogon citrino	Endémica
Passerina leclancherii	Colorín pecho naranja	Endémica

Adjunto a este documento se presenta el listado taxonómico de todas las especies de fauna registradas durante el trabajo de campo, se indica además su estatus de conservación de acuerdo a la Norma Oficial vigente y si son especies prioritarioas para la conservación, además de considerar su condición de endemismo y estacionalidad (**Anexo 11**). En el **Anexo 11** se presenta el reporte fotográfico de las especies registradas.

Resultados del Trabajo de Campo por Grupo Faunístico

Herpetofauna

La herpetofauna de la zona de estudio, con base en un muestreo de cinco días, estuvo constituida 3 órdenes, 2 subórdenes, 15 familias y 26 especies, de los cuales 1 orden, 5 familias

y 6 especies pertenecen al grupo de los anfibios y 2 órdenes, 2 subórdenes, 10 familias y 20 especies al grupo de los reptiles (**Tabla IV–17**).

Con base en el listado propuesto por Casas-Andreu et al. (2004), el número de especies de anfibios y reptiles presentes en el Estado de Oaxaca está conformado por 378; tomando en cuenta este número, las especies de anfibios observadas (6) en nuestra zona de muestreo, equivalen al 1.58% y el número de reptiles (20) corresponde al 5.29%. Por otro lado, tomando en cuenta el número de especies (1165) propuesto por Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004) para la herpetofauna Nacional, el número de herpetozoos observados en nuestro sitio equivalen al 2.23%.

En cuanto a la categoría de riesgo con base en la norma NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010), se encontró que 8 de las 26 especies de herpetofauna registradas en el estudio se encuentran dentro de alguna de las categorías de riesgo de la norma, de las cuales una (*Gastrophryne usta)* pertenece al grupo de los anfibios y las restantes 7 especies (*Phyllodactylus muralis, Boa constrictor, Leptodeira annulata, Leptophis mexicanus, Symphimus leucostomus Thamnophis marcianus* y *Kinosternon scorpioides*) al de los reptiles. De las especies mencionadas anteriormente, *Boa constrictor, Leptophis mexicanus y Thamnophis marcianus* están catalogadas dentro de la categoría de Amenazadas (A), mientras que las 5 especies están en la categoría de Protección Especial (Pr).

De las 26 especies registradas en el estudio, 5 (todas reptiles) resultaron ser endémicas a México, lo cual equivale al 0.72% del total de especies endémicas (687 *spp*) de la República Mexicana (Ochoa y Flores Villela 2006).

Tabla IV–17. Categorías taxonómicas de la herpetofauna registrada en el área de estudio.

Taxa	Nombre común	Estatus de riesgo	Endemismo
CLASE AMPHIBIA			
ORDEN ANURA			
Familia Bufonidae			
Rhinella marina	Sapo gigante		
Familia Hylidae			
Scinax staufferi	Rana arborícola trompuda		
Familia Leiuperidae			
Engystomops pustulosus	Sapillo túngara		
Familia Leptodactylidae			
Leptodactylus fragilis	Ranita de hojarasca		
Leptodactylus melanonotus	Rana del sabinal		
Familia Microhylidae			
Gastrophryne usta	Sapito triangular	Pr	
CLASE REPTILIA			
ORDEN SQUAMATA			
SUB-ORDEN SAURIA			
Familia Corytophanidae			
Basiliscus vittatus	Pasarríos		
Familia Dactyloidae			
Anolis unilobatus	SNC		
Familia Gekkonidae			
Hemidactylus frenatus	Besucona		
Familia Phyllodactylidae			
Phyllodactylus muralis	Salamanquesa de Oaxaca	Pr	Endémica
Familia Phrynosomatidae			
Sceloporus edwardtaylori	Espinosa de Taylor		Endémica
Sceloporus melanorhinus	Espinosa naríz negra		
Sceloporus siniferus	Espinosa de cola larga		

Taxa	Nombre común	Estatus de riesgo	Endemismo
Urosaurus bicarinatus	Roñito arborícola		
Familia Teiidae			
Aspidoscelis guttata	Ticuiliche mexicano		Endémica
ORDEN SQUAMATA			
SUB-ORDEN SERPENTES			
Familia Boidae			
Boa constrictor	Mazacoatl	A	
Familia Colubridae			
Coluber mentovarius	Sabanera		
Drymarchon melanurus	Palancacóatls		
Drymobius margaritiferus	Petatillo		
Leptodeira annulata	Escombrera	Pr	
Leptophis mexicanus	Ranera mexicana	A	
Symphimus leucostomus	Culebra labio blanco de Tehuantepec	Pr	Endémica
Thamnophis marcianus	Sochuate	A	
Trimorphodon biscutatus	Ilamacoa de noche		
Familia Viperidae			
Crotalus culminatus	Shunu		Endémica
ORDEN TESTUDINES			
Familia Kinosternidae			
Kinosternon scorpioides	Tortuga escorpión	Pr	

Mastofauna

A partir de registros directos e indirectos, detectados durante el trabajo de campo realizado para el presente proyecto, el listado de especies de mamíferos para la zona de estudio está conformado por 6 órdenes, 12 familias y 16 especies. Por otro lado con base en las 475 y 525 especies de mamíferos establecidas para México por Ramírez-Pulido *et al.*, (2005) y Ceballos y Oliva (2005), la riqueza de especies registradas es del 3.36% y el 3.04% respectivamente. Sin

embargo, de acuerdo con la literatura revisada y a la consulta de bases de datos, la riqueza mastofaunística del área de estudio podría llegar a estar constituida por 122 especies.

Del total de la mastofauna registrada en este estudio, sólo una de las 16 especies, la rata algodonera *Sigmodon mascotensis*, es endémica para México. Mientras que en cuanto al estatus de riesgo, sólo se encontró al cacomixtle (*Bassariscus sumichrasti*) enlistado en alguna categoría de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010).

Tabla IV–18. Categorías taxonómicas de la mastofauna observada en el área de estudio.

Taxa	Nombre común	Estatus de riesgo	Endemismo
CLASE MAMMALIA			
ORDEN CINGULATA			
Familia Dasypodinae			
Dasypus novemcinctus	Armadillo		
ORDEN CHIROPTERA			
Familia Phyllostomidae			
Artibeus jamaicensis	Murciélago		
ORDEN CARNIVORA			
Familia Canidae			
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris		
Familia Mustelidae			
Mustela frenata	Comadreja		
Familia Mephitinae			
Conepatus leuconotus	Zorrillo		
Familia Procyonidae			
Bassariscus sumichrasti	Cacomixtle	Pr	
Nasua narica	Tejón, Coatí		
ORDEN ARTIODACTYLA			
Familia Tayassuidae			
Dicotyles crassus	Pecarí de collar		

Taxa	Nombre común	Estatus de riesgo	Endemismo
Familia Cervidae			
Mazama temama	Temazate		
Odocoileus virginianus	Venado cola blanca		
ORDEN RODENTIA			
Familia Heteromyidae			
Heteromys pictus	Ratón espinoso		
Familia Cricetidae			
Baiomys musculus	Ratón pigmeo		
Nyctomys sumichrasti	Rata arborícola		
Sigmodon mascotensis	Rata algodonera		Endémica
Familia Sciuridae			
Sciurus aureogaster	Ardilla gris		
ORDEN LOGOMORPHA			
Familia Leporidae			
Sylvilagus floridanus	Conejo		

Avifauna

Durante los trabajos de campo se registró a un total de 15 órdenes, 27 familias y 62 especies de aves; siendo éste el grupo de vertebrados más representativo en el estudio. La avifauna presente en el Estado de Oaxaca, según Howell y Webb (1995), está compuesta por 744 especies. Tomando en cuenta este número, las especies de aves observadas dentro de la zona muestreada (62) equivale al 8.33% de la avifauna de la entidad.

En cuanto a la estacionalidad de las aves registradas, el 22.58% correspondió a especies residentes de invierno, es decir, que se encuentran en el sitio únicamente durante las temporadas de migración de otoño-invierno. El restante 74.19% (46 especies) correspondió a residentes, es decir, aquellas especies que se encuentran presentes todo el año (Newton 1989). El 3.22% de las aves registradas (2 especies) son consideradas como transitorias en la zona.

De las 62 especies identificadas en el estudio, existen 4 que se encuentran incluidas en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. De estas especies 1 se encuentran en la categoría de Amenazadas (A), y 3 en la categoría de Protección Especial (Pr). Por otro lado para el estatus de endemismo se encontró que 3 de las aves registradas durante el estudio son endémicas a México.

Tabla IV–19.Categorías taxonómicas de la avifauna observada en el área de estudio.

Taxa	Nombre común	Estatus de riesgo	Endemismo	Estacionalidad
CLASE AVES				
ORDEN GALLIFORMES				
FAMILIA CRACIDAE				
Ortalis poliocephala	Chachalaca pálida		Endémica	RB
FAMILIA ODONTOPHORIDAE				
Colinus virginianus	Codorniz cotuí			RB
ORDEN CICONIIFORMES				
FAMILIA CICONIIDAE				
Mycteria americana	Cigüeña americana	Pr		RB
ORDEN PELECANIFORMES				
FAMILIA ARDEIDAE				
Ardea alba	Garza blanca			RB
ORDEN ACCIPITRIFORMES				
FAMILIA CATHARTIDAE				
Coragyps atratus	Zopilote común			RB
Cathartes aura	Zopilote aura			RB
FAMILIA ACCIPITRIDAE				
Elanus leucurus	Milano cola blanca			RB
Buteogallus urubitinga	Aguililla negra mayor	Pr		RB
Buteo magnirostris	Aguililla caminera			RB
Buteo nitidus	Aguililla gris			RB
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja			RB

Taxa	Nombre común	Estatus de riesgo	Endemismo	Estacionalidad
ORDEN CHARADRIIFORMES				
FAMILIA BURHINIDAE				
Burhinus bistriatus	Alcaraván americano			RB
FAMILIA CHARADRIIDAE				
Charadrius vociferus	Chorlo tildío			WV
ORDEN COLUMBIFORMES				
FAMILIA COLUMBIDAE				
Columbina inca	Tórtola cola larga			RB
Columbina passerina	Tórtola coquita			RB
Leptotila verreauxi	Paloma arroyera			RB
Zenaida asiatica	Paloma ala blanca			RB
Zenaida macroura	Paloma huilota			WV
ORDEN CUCULIFORMES				
FAMILIA CUCULIDAE				
Morococcyx erythropygus	Cuclillo terrestre			RB
Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy			RB
ORDEN STRIGIFORMES				
FAMILIA STRIGIDAE				
Megascops cooperi	Tecolote de Cooper	Pr		RB
Glaucidium brasilianum	Tecolote bajeño			RB
ORDEN CAPRIMULGIFORMES				
FAMILIA CAPRIMULGIDAE				
Nyctidromus albicollis	Chotacabras pauraque			RB
ORDEN APODIFORMES				
FAMILIA TROCHILIDAE				
Heliomaster constantii	Colibrí picudo			RB
Archilochus colubris	Colibrí garganta rubí			WV
ORDEN TROGONIFORMES				
FAMILIA TROGONIDAE				
Trogon citreolus	Trogón citrino		Endémica	RB

Taxa	Nombre común	Estatus de riesgo	Endemismo	Estacionalidad
ORDEN PICIFORMES				
FAMILIA PICIDAE				
Melanerpes aurifrons	Carpintero cheje			RB
ORDEN FALCONIFORMES				
FAMILIA FALCONIDAE				
Caracara cheriway	Caracara quebrantahuesos			RB
Falco sparverius	Cernícalo americano			RB
ORDEN PSITTACIFORMES				
FAMILIA PSITTACIDAE				
Psittacara holochlorus	Perico mexicano	A		RB
Amazona autumnalis	Loro cachete amarillo			RB
ORDEN PASSERIFORMES				
FAMILIA TYRANNIDAE				
Empidonax difficilis	Mosquero californiano			WV
Empidonax minimus	Mosquero mínimo			WV
Myiarchus tyrannulus	Papamoscas tirano			RB
Pitangus sulphuratus	Luis bien te veo			RB
Myiozetetes similis	Luis gregario			RB
Tyrannus melancholicus	Tirano tropical			RB
Tyrannus verticalis	Tirano pálido			WV
Tyrannus forficatus	Tirano tijereta rosado			WV
FAMILIA TITYRIDAE				
Tityra semifasciata	Titira enmascarada			RB
FAMILIA VIREONIDAE				
Vireo gilvus	Vireo gorjeador			WV
FAMILIA CORVIDAE				
Calocitta formosa	Urraca hermosa cara blanca			RB
FAMILIA HIRUNDINIDAE				
Progne chalybea	Golondrina acerada			T
Tachycineta albilinea	Golondrina manglera			RB

Taxa	Nombre común	Estatus de riesgo	Endemismo	Estacionalidad
FAMILIA POLIOPTILIDAE				
Polioptila caerulea	Perlita azul gris			RB
Polioptila albiloris	Perlita pispirria			RB
FAMILIA MIMIDAE				
Mimus gilvus	Centzontle tropical			RB
FAMILIA PARULIDAE				
Mniotilta varia	Chipe trepador			WV
Oreothlypis superciliosa	Parula ceja blanca			RB
Oreothlypis ruficapilla	Chipe de coronilla			WV
Icteria virens	Buscabreña			T
FAMILIA EMBERIZIDAE				
Volatinia jacarina	Semillero brincador			RB
Peucaea ruficauda	Zacatonero corona rayada			RB
Chondestes grammacus	Gorrión arlequín			WV
FAMILIA CARDINALIDAE				
Passerina leclancherii	Colorín pecho naranja		Endémica	RB
Spiza americana	Arrocero americano			WV
FAMILIA ICTERIDAE				
Dives dives	Tordo cantor			RB
Quiscalus mexicanus	Zanate mexicano			RB
Molothrus aeneus	Tordo ojo rojo			RB
Icterus spurius	Bolsero castaño			WV
Icterus pustulatus	Bolsero dorso rayado			WV
Icterus gularis	Bolsero de Altamira			RB

RB: Residentes permanentes; WV: Visitantes de invierno; T: Transitorias

IV.4 Paisaje

El paisaje puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas (Dunn 1974). De acuerdo con diversos autores, el medio se hace paisaje cuando alguien lo percibe, es decir, conceptualmente existe un paisaje sólo si existen observadores.

El paisaje, como una manifestación externa y conspicua del medio, es un indicador del estado de los ecosistemas, de la salud de la vegetación, de las comunidades animales, del uso y aprovechamiento del suelo y, por tanto del estilo de desarrollo de la sociedad en una región. En el caso de la zona en la que se desarrollará el Proyecto "Central Eólica Cerro Iguana I", la concentración demográfica no es alta, sin embargo, será visible para los pobladores de Santo Domingo Ingenio, con lo cual se puede definir que el medio está siendo percibido a manera de paisaje por una gran número de individuos. El área de influencia del proyecto se ubica en un área con muy poca pendiente, parte de la planicie costera de Tehuantepec. Actualmente constituye un mosaico de campos agropecuarios con pequeños remanentes de vegetación en distintos estados sucesionales en pobre estado de conservación, con lo cual se puede establecer que el área del proyecto presenta un deterioro visual a consecuencia de la pérdida de la vegetación original y el desarrollo de nuevos asentamientos humanos.

Aun cuando el paisaje de la zona se encuentre severamente impactado por las actividades agropecuarias actuales y la existencia de otros desarrollos eólicos y líneas de transmisión eléctrica en operación, el impacto a nivel de paisaje que implica el desarrollo de este proyecto debe ser considerado, porque será visible para un número elevado de observadores y porque este proyecto se suma a la existencia de un gran número de infraestructura eléctrica (subestaciones, torres de medición, parques eólicos, líneas de transmisión etc.) ya existente en la zona.

IV.4.1 Medio socioeconómico

Contexto regional

Como se ha descrito anteriormente, el proyecto se desarrollará dentro del municipio de Santo Domingo Ingenio, localizado en el Distrito de Juchitán en el estado de Oaxaca, en la región Istmo de Tehuantepec. Sin embargo, el SA del proyecto comprende además de este municipio a los municipios de Unión Hidalgo y de Santiago Niltepec.

El municipio de Santo Domingo Ingenio cuenta con una superficie de 354.68 Km² en las coordenadas 94º46'00" longitud oeste, 16°35'15" latitud norte, a una altura de 40 metros sobre el nivel del mar; ocupa el 0.22% de la superficie del estado y cuenta con 9 localidades. Por su parte, el municipio de Unión Hidalgo cuenta con una superficie de 132.69 Km² y se localiza en las coordenadas 94º49'47" longitud oeste y 16º28'30" latitud norte, a una altura de 20 metros sobre el nivel del mar, ocupa el 0.11% de la superficie del estado y cuenta con 12 localidades. Por último, el municipio de Santiago Niltepec 680.01 Km² y se ubica en las coordenadas 94°36'45" longitud oeste, 16°33'40" latitud norte con una altitud de 60 msnm; ocupa el 0.58% de la superficie estatal y cuenta con 39 localidades.

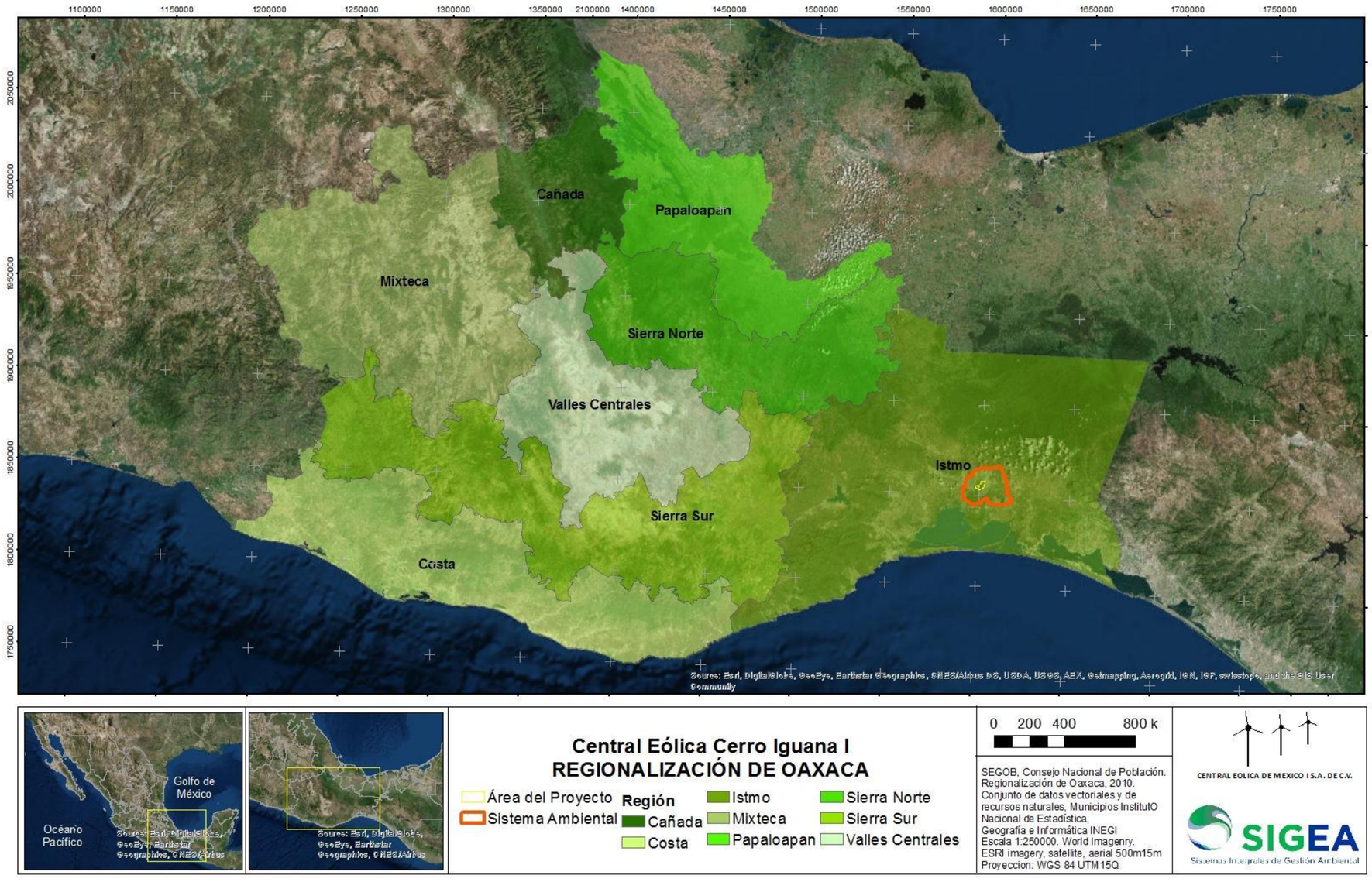


Figura IV–30. Regionalización del Estado de Oaxaca.

Dinámica poblacional

Según el Censo de Población y Vivienda realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI 2010), la población del municipio de Santo Domingo Ingenio asciende a 7,554 habitantes, lo que equivale al 0.20% de la población total que tiene Oaxaca. Del total de personas que habitan el municipio 3,781 son hombres y 3,773 son mujeres. Asimismo durante este censo poblacional se registró un total de 13,970 habitantes en el municipio de Unión Hidalgo, de los cuales 6,794 son hombres y 7,221 mujeres, representando el 0.37% de la población total del Estado; y un total de 5,353 habitantes en Santiago Niltepec, de ellos 2,655 son hombres y 2,698 mujeres, lo que representa un 0.14% de la población estatal.

En cuanto al crecimiento demográfico, Santo Domingo Ingenio ha tenido un comportamiento de crecimiento irregular a partir de la década de los 90's, debido a la migración de los pobladores registrando una tasa de crecimiento poblacional de 1.14% en los últimos años. Por otro lado, el municipio de Unión Hidalgo ha tenido un crecimiento poblacional casi constante en los últimos 20 años pasando de un total de 11,975 habitantes en 1990 a 13,970 habitantes registrados en Censo de Población y Vivienda INEGI 2010. En contraste, encontramos que el municipio de Santiago Niltepec tuvo un crecimiento negativo entre los años 1990 y 2005, pasando de 5,478 a 4,961 habitantes, sin embargo, según datos del censo realizado en 2010, el municipio registró nuevamente un crecimiento poblacional llegando a un total de 5,353 habitantes.

Tabla IV–20.Población municipal de Santo Domingo Ingenio, Unión Hidalgo y Santiago Niltepec Oaxaca 1990-2010.

Municipio		1990	1995	2000	2005	2010
Santo Domingo Ingenio	Hombres	3,781	4,073	3,632	3,648	3,781
	Mujeres	3,733	4,018	3,663	3,651	3,733
	Total	**7,514**	**8,091**	**7,295**	**7,299**	**7,554**
Unión Hidalgo	Hombres	5,864	6,340	5,714	6,211	6,749
	Mujeres	6,093	6,570	6,426	6,772	7,221
	Total	**11,957**	**12,910**	**12,140**	**12,983**	**13,970**
Santiago Niltepec	Hombres	2,749	2,922	2,668	2,447	2,655
	Mujeres	2,729	2,771	2,640	2,514	2,698
	Total	**5,478**	**5,693**	**5,308**	**4,961**	**5,353**

Tabla IV–21. Indicadores de Población de Santo Domingo Ingenio, Unión Hidalgo y Santiago Niltepec, Oaxaca 1990-2010.

Municipio		1990	1995	2000	2005	2010
Santo Domingo Ingenio	Densidad de población hab/km^2	No disponible	37.57	No disponible	33.90	37.92
	% de población con respecto al estado	0.25	0.25	0.21	0.21	0.20
Unión Hidalgo	Densidad de población hab/km^2	No disponible	126.56	No disponible	127.27	123.86
	% de población con respecto al estado	0.40	0.40	0.35	0.37	0.37
Santiago Niltepec	Densidad de población hab/km^2	No disponible	10.97	10.18	9.40	9.78
	% de población con respecto al estado	0.18	0.18	0.15	0.14	0.14

Fuente: Sistema Nacional de Información Municipal, 2013.

El rango de edad más sobresaliente entre la población de los tres municipios es el que va de los 15 a los 29 años ocupando un porcentaje del 23.4% en Santo Domingo Ingenio, 24.1% en Unión Hidalgo y 23.8% en Santiago Niltepec, esto con respecto del total de la población de estos municipios, mientras que el porcentaje más bajo lo tiene el rango de los 60 años y más con 16.3%, 14.8% y 17.3% respectivamente. Por otro lado se encuentra que para el año 2012 el número de defunciones fue de 49 contra los 135 nacimientos para el municipio de Santo Domingo Ingenio de 106 defunciones contra 262 nacimientos para el de Unión Hidalgo. Sin embargo en el caso del municipio de Santiago Niltepec, los datos más recientes arrojan cifras de 16 nacimientos contra 52 defunciones registradas durante el 2013.

Con estos datos se podría concluir que dos de los municipios en los que se encuentra inserto el SA del proyecto (Santo Domingo Ingenio y Unión Hidalgo), han presentado un franco crecimiento poblacional en los últimos 20 años, mientras que el municipio de Santiago Niltepec sufrió un descenso importante hacia el año 2005, pero mostrando una tendencia de recuperación para el año 2010.

Por otro lado, al comparar los datos arrojados por el INEGI desde 1995 a 2010 se tiene que el porcentaje de población joven, es decir la que se encuentra entre los 15 y 29 años de edad ha ido

decreciendo considerablemente, mientras que la población ubicada entre los 60 años y más, ha aumentado aproximadamente 6 puntos porcentuales en los últimos 20 años.

Procesos migratorios

Por lo general la migración es un reflejo de la desigualdad relativa de la distribución de oportunidades o de su ausencia total en ciertas zonas. Se calcula que cada año, más de medio millón de mexicanos abandonaron sus lugares de residencia (Soloaga y Lara 2006).

Según el Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca 2011-2016 (PED Oax. 2011) un elemento característico de los lugares de origen expulsores de migrantes, es que son localidades con niveles altos y muy altos de marginación y pobreza, por lo que se puede afirmar que un factor que explica en buena medida el fenómeno migratorio en el Estado es la búsqueda de oportunidades de desarrollo.

En el municipio de Santo Domingo Ingenio la causa de migración es principalmente por estudios y búsqueda de empleo; los destinos son principalmente la capital del estado, Oaxaca de Juárez, así como otras ciudades del país, sin embargo, el Ayuntamiento Municipal de este municipio no reporta una emigración importante de la ciudad hacia los Estados Unidos de América. Por otro lado, la presencia del Ingenio Azucarero en la ciudad provoca una fuerte inmigración temporal de personas que trabajan en la zafra; la principal inmigración proviene de los Chimalapas, creando nuevos asentamientos formados por colonos provenientes de los poblados circunvecinos (PMD-SDI 2011).

De esta manera se tiene que de los 7,554 habitantes registrados en el municipio para el año 2010, sólo 7,116 reportaron haber nacido en el estado, mientras que sólo 423 habitantes dijeron proceder de otras entidades federativas del país y sólo 5 reportaron haber nacido en los Estados Unidos(SNIM 2014).

Por otro lado, en el municipio de Unión Hidalgo la falta de fuentes de trabajo y la escasa inversión o atención al campo agropecuario, como una de las posibles alternativas de fuentes de trabajo han provocado que la mano de obra calificada y no calificada de hombres y mujeres tenga que emigrar del municipio de manera temporal o permanente, siendo de manera general en la propia región o en otros estados vecinos como: Veracruz, Chiapas, Tabasco y Campeche o en los centros de desarrollo turístico de la propia región, como Huatulco y Puerto Escondido. El

movimiento de los pobladores es por periodos quincenales o mensuales. Este movimiento migratorio no permite que la comunidad no alcance su pleno desarrollo cultural, comercial y de servicios (PDRS 2010).

En cuanto al total de la población censada en el municipio durante el año 2010, el 96% (13,449 habitantes) reportaron haber nacido en la entidad federativa, mientras que 3.3% manifestó haber nacido en otra entidad o incluso en otro país.

Para el municipio de Santiago Niltepec, las causas principales de la emigración provienen de la falta de oferta laboral y educativa, por lo que existe una tendencia migratoria de la población joven hacia la capital del Estado así como hacia otros estados de la República.

Tabla IV–22. Población total por lugar de nacimiento en los municipios de Santo Domingo Ingenio, Unión Hidalgo y Santiago Niltepec, Oaxaca 2010.

Lugar de nacimiento	Población total		
	Santo Domingo Ingenio	Unión Hidalgo	Santiago Niltepec
En la entidad federativa	7,116	13,449	2,480
En otra entidad federativa	423	457	210
En los Estados Unidos	5	0	3
En otro país	0	13	0
No Especificado	10	51	5
Total	**7,554**	**13,970**	**2,698**

Fuente: SNIM 2015, con base en Censo de Población y Vivienda 2010.

Actividades económicas

Sectores Productivos

Los municipios de Santo Domingo Ingenio y Unión Hidalgo tienen como principales actividades económicas las relacionadas con el sector terciario, es decir, aquellas relacionadas con comercio, turismo y servicios. Mientras que en municipio de Santiago Niltepec, la principal actividad económica la ocupa el sector primario donde las principales actividades son la agricultura y la ganadería.

De manera específica, en Santo Domingo Ingenio el comercio es la actividad más relevante en el municipio constituyendo una importante fuente generadora de ingresos; las actividades comerciales son principalmente negocios familiares, sobresaliendo las tiendas de abarrotes, farmacias, boutiques, papelerías, mercerías, videoclubes, zapaterías, vidrierías, peluquerías, de pinturas, estéticas, veterinarias, ferreterías, café Internet, peleterías, neverías, entre otros.

En Unión Hidalgo una de las principales actividades económicas importantes y que ha venido cobrando auge de manera nacional e internacional, es la confección de prendas de vestir o elaboración de objetos hechos a base de materias primas naturales o nativas como es la palma y el colorido natural que se le da. El bordado de trajes típicos del Istmo de Tehuantepec, son confeccionados a mano y con un diseño o estilo propio de la comunidad, con utensilios y equipos elaborados por los propios artesanos.

En cuanto al sector secundario —minería, petróleo, industria manufacturera, construcción y electricidad— estos municipios no han tenido vocación industrial debido a la falta de infraestructura y por la distancia de los principales proveedores de materias primas y materiales que son elementos básicos para una industria de transformación o manufacturera en la elaboración de productos de consumo final y básico. Sin embargo ambos municipios son generadores de mano de obra en las plataformas marítimas en Ciudad del Carmen, Campeche y en la Refinería en Salina Cruz, Oaxaca.

Dentro de las actividades primarias se desarrolla la agricultura siendo los cultivos más importantes el maíz (*Zea mays*), el sorgo y el ajonjolí en menor escala. El sector ganadero no representa una actividad económica importante en estos municipios, la población de las principales especies ganaderas: bovino, porcino, ovino, caprino, aves y colmenas. El ganado bovino que se desarrolla en el municipio se desenvuelve bajo el sistema extensivo de agostaderos.

Como se mencionó anteriormente, la economía de Santiago Niltepec se basa principalmente en el sector primario, siendo la tierra y la fuerza de trabajo, los principales elementos que proporcionan los medios de subsistencia del municipio. El sector secundario se caracteriza por ser el más pequeño del municipio destacando las actividades de minería, industria, manufactura, energía eléctrica, agua y construcción. En cuanto al sector terciario destacan las actividades de comercio, transporte y comunicación, servicios financieros, actividad de gobierno, servicio de

esparcimiento y cultura, servicios profesionales, servicios de inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles, servicios de restaurantes y hoteles (Toledo, 2008).

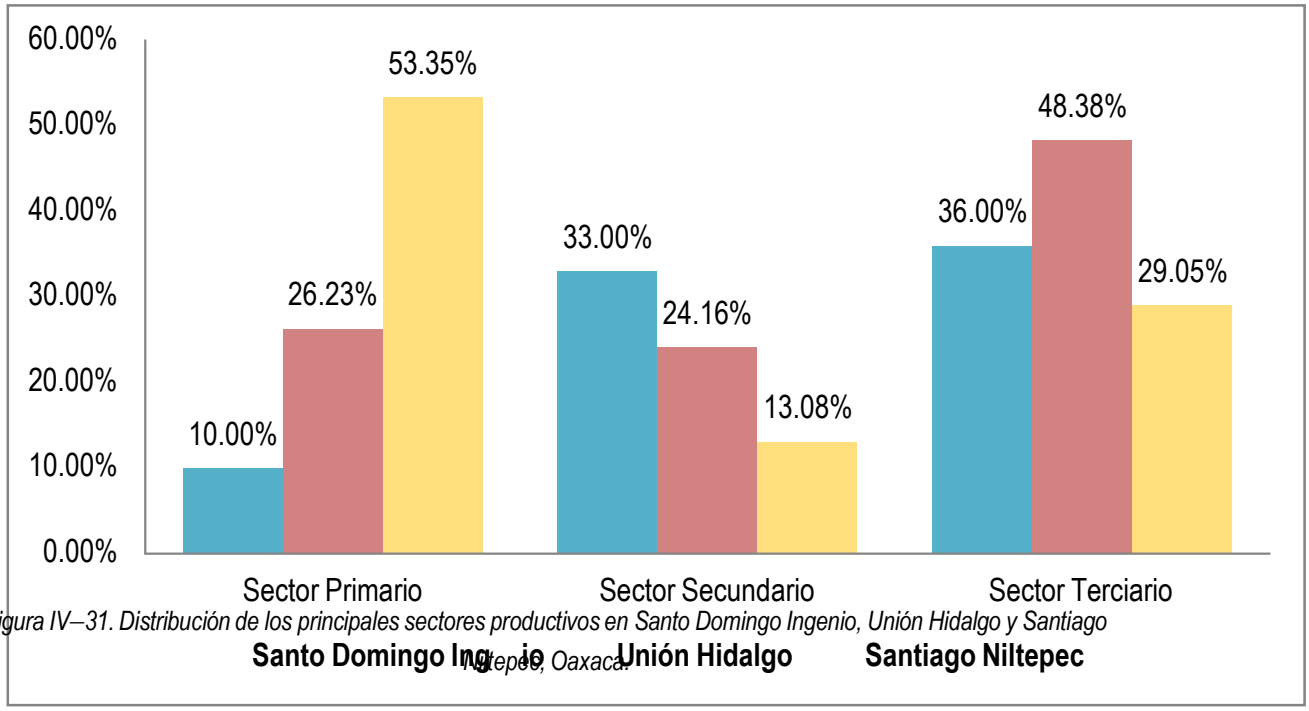


Figura IV–31. Distribución de los principales sectores productivos en Santo Domingo Ingenio, Unión Hidalgo y Santiago Niltepec, Oaxaca.

Población Económicamente Activa

De acuerdo con cifras del INEGI, para el año 2010 la población económicamente activa (PEA) del municipio de Santo Domingo Ingenio fue de 2,807 personas, de las cuales el 71.36% eran hombres y el 28.64% mujeres. Mientras que para el municipio de Unión Hidalgo la PEA para el mismo año fue de 4,588 personas, siendo 73.13% hombres y 26.87% mujeres. Para el municipio de Santiago Niltepec, las cifras son de 1,934 personas pertenecientes a la PEA; el 77.82% de ellas hombres y el 22.18% mujeres.

Cabe señalar que aunque estos datos incluyen a las personas de 12 años y más que trabajaron, que tienen un empleo o que lo buscan, la mayoría de la población económicamente activa se concentra en personas con edades de los 15 a los 54 años.

Por otro lado, en el mismo año de registro, la población no económicamente activa (PNEA), es decir, personas de 12 años y más pensionadas o jubiladas, estudiantes, dedicados a los

quehaceres del hogar, con limitaciones físicas o mentales que les impiden trabajar, fue de 3,278 personas en Santo Domingo Ingenio, 6,466 en Unión Hidalgo y 2,288 en Santiago Niltepec.

Tabla IV–23. Distribución de la población por condición de actividad económica según sexo en los municipios de Santo Domingo Ingenio, Unión Hidalgo y Santiago Niltepec, Oaxaca 2010.

Municipio	Indicadores de participación económica	Total	Hombres	Mujeres	% hombres	% mujeres
Santo Domingo Ingenio	*PEA*	2,807	2,003	804	71.36	28.64
	Ocupada	2,574	1,801	773	69.97	30.03
	Desocupada	233	202	31	86.70	13.30
	PNEA	3,278	1,003	2,275	30.60	69.40
Unión Hidalgo	*PEA*	4,588	3,355	1,233	73.13	26.87
	Ocupada	4,343	3,151	1,192	72.55	27.45
	Desocupada	245	204	41	83.27	16.73
	PNEA	6,466	1,922	4,544	29.72	70.28
Santiago Niltepec	*PEA*	1,934	1,505	429	77.82	22.18
	Ocupada	1,889	1,463	426	77.45	22.55
	Desocupada	45	42	3	93.33	6.67
	PNEA	2,288	580	1,708	25.35	74.65

De este modo, de las 6,085 personas de 12 años o más que pudieran tener participación económica en el municipio de Santo Domingo Ingenio, el 42.30% está dentro del rango de población económicamente activa ocupada, el 3.82% en el de población económicamente activa desocupada y el 53.87% se encuentra dentro de la población económicamente no activa. Para Unión Hidalgo el 39.28% es PEA ocupada, el 2.21% PEA desocupada y el 58.49% está dentro del rango de población económicamente no activa. Y para el municipio de Santiago Niltepec el 44.74% es PEA ocupada, el 1.06% PEA desocupada y el 54.19% población económicamente no activa.

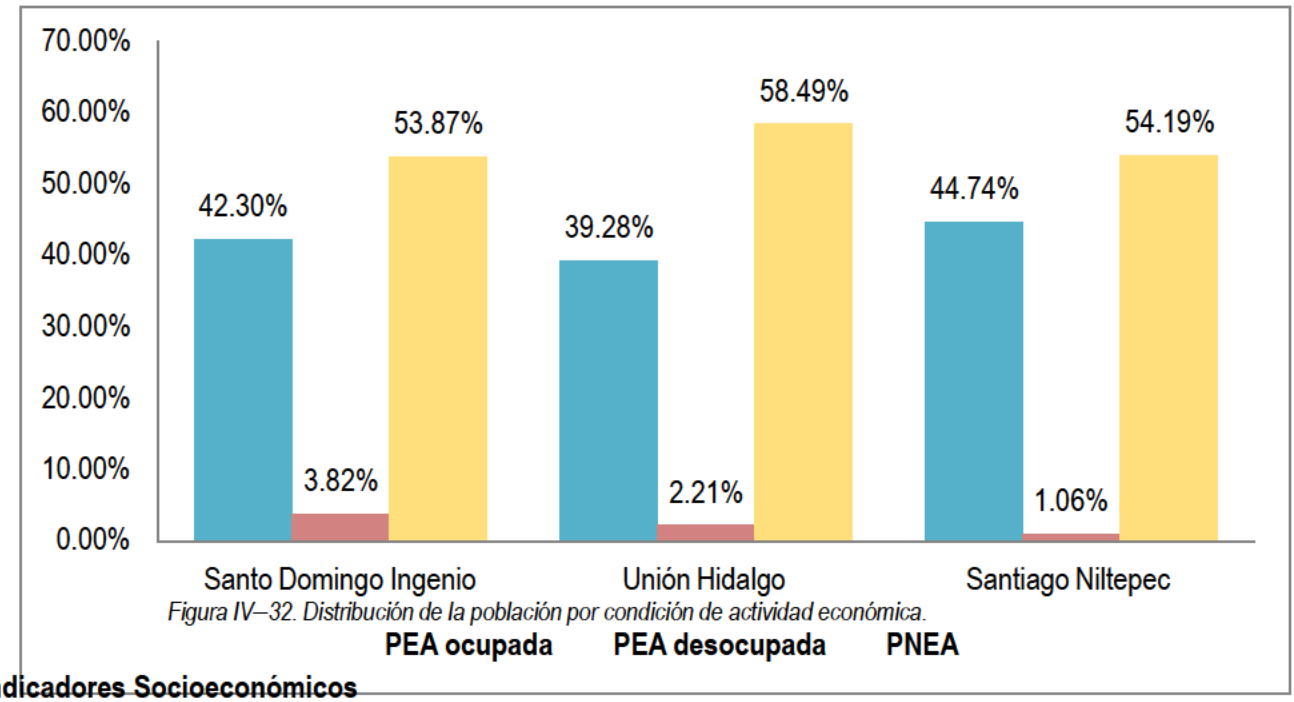


Figura IV–32. Distribución de la población por condición de actividad económica.

Indicadores Socioeconómicos

Índice de Desarrollo Humano

El índice de desarrollo humano (IDH) hace manejable el concepto de desarrollo. La longevidad, los conocimientos y el acceso a recursos son sus dimensiones esenciales. El IDH utiliza la esperanza de vida, la tasa de alfabetización, la tasa de matriculación escolar y el producto interno bruto (PIB) por habitante como variables que permiten calcular aproximadamente las oportunidades de vivir una larga vida, adquirir conocimiento y allegarse medios para una vida digna (IDH 2007).

Bases para el desarrollo de los municipios del SA

En los últimos 20 años la población tanto de los tres municipios que comprende el SA del proyecto, ha tenido un crecimiento bastante irregular registrando fluctuaciones significativas en el número de nacimientos reportados entre 1994 y 2012 con una tendencia a la baja.

Por otro lado para el 2010 la población de 15 años y más en el municipio de Santo Domingo Ingenio alcanzó una grado de escolaridad promedio de 6.87 años, mientras que los municipios de Unión Hidalgo y Santiago Niltepec registraron un promedio de 8.02 y 6.05 respectivamente.

Asimismo estos municipios presentan una tasa de alfabetización entre personas de 15 a 24 años del 97.4%, 99% y 98.4% respectivamente, lo que representa un aumento de entre dos y tres puntos porcentuales en los últimos 10 años de registro. En cuanto a la población mayor de 3 años hablante de lenguas indígenas se tiene que para 2010 es de 410 personas en Santo Domingo Ingenio, de 7,484 en Unión Hidalgo y de 89 personas en Santiago Niltepec, siendo el zapoteco la lengua indígena más hablada en los tres casos.

Tabla IV–24. Población de 15 años y más por nivel y grado de escolaridad en los municipios de Santo Domingo Ingenio, Unión Hidalgo y Santiago Niltepec, Oaxaca 2010.

Nivel de escolaridad	Santo Domingo Ingenio	Unión Hidalgo	Santiago Niltepec
Sin escolaridad	872	1,449	657
Primaria completa	759	1,502	585
Secundaria completa	967	2,173	667
Grado promedio de escolaridad	6.87	8.02	6.05

Fuente: SNIM 2014, con base en Censo de Población y Vivienda 2010.

En cuanto a la economía, la región del Istmo de Tehuantepec de Oaxaca es la zona económica más importante del estado al aportar el 70 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB) estatal, a través de las actividades de refinación de petróleo, minería no metálica y generación de energía eléctrica, de acuerdo a información de la Secretaría de Finanzas del Gobierno del estado. Asimismo, esta región da empleo al 18% del personal ocupado en la entidad.

Según los datos más recientes a los que se tiene acceso, el PIB per cápita de Santo Domingo Ingenio fue de 48,198 pesos, mientras que el registrado en el municipio de Unión Hidalgo fue de 47,423 pesos y el de Santiago Niltepec de 33,402 pesos.

Tabla IV–25. Producto Interno Bruto en los municipios de Santo Domingo Ingenio, Unión Hidalgo y Santiago Niltepec, Oaxaca 2005.

Municipio	PIB (pesos a precios corrientes de 2005)		PIB per cápita (pesos a precios corrientes de 2005)	
	En dólares	En pesos	En dólares	En pesos
Santo Domingo Ingenio	49,715,175	351,798,458	6,811	48,198
Unión Hidalgo	87,008,335	615,695,265	6,702	47,423
Santiago Niltepec	23,417,390	165,707,988	4,720	33,402

Fuente: SNIM 2014 con base en estimación del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PIB dólares) y estimación del INAFED con base en PNDU e INEGI (PIB pesos).

Índice de desarrollo humano (IDH) en los municipios del SA

Según los datos más recientes arrojados por CONAPO (2005), el desarrollo humano para el municipio de Santo Domingo Ingenio alcanzó un índice de 0.79, ocupando el lugar número 733 a nivel nacional, presentando un incremento con respecto al año 2000 donde se calculó un IDH de 0.74. En cuanto al municipio de Unión Hidalgo pasó de ocupar el lugar 803 a nivel nacional en el año 2000, a ocupar el lugar 507 en el 2005, incrementando su IDH de 0.75 a 0.81. Por último, el municipio de Santiago Niltepec alcanzó en el 2005 un IDH de 0.75, lo que lo coloca en el lugar 1,352 a nivel nacional.

Tabla IV–26. Índice de Desarrollo Humano en Santo Domingo Ingenio, Unión Hidalgo y Santiago Niltepec, Oaxaca 2005.

Indicador	Santo Domingo Ingenio	Unión Hidalgo	Santiago Niltepec
Índice de Desarrollo Humano	0.79	0.81	0.75
Grado de Desarrollo Humano	Medio	Alto	Medio
Posición a nivel nacional	733	507	1,352

En la siguiente tabla se muestran los indicadores de desarrollo humano para los municipios en los cuales se ubica el SA del proyecto. Cabe señalar que en los últimos años estos municipios han presentado cambios favorables en cuanto a estos indicadores, lo que se refleja en un incremento en el IDH.

Tabla IV–27. Indicadores de Desarrollo Humano para Santo Domingo Ingenio, Unión Hidalgo y Santiago Niltepec, Oaxaca 2005.

Indicador	Santo Domingo Ingenio	Unión Hidalgo	Santiago Niltepec
Tasa de mortalidad infantil	15.63	11.12	19.43
Tasa de alfabetismo (1)	80.92	82.18	76.10
Tasa de asistencia escolar de la población de 6 a 24 años de edad	70.39	73.93	72.06
Ingreso per cápita anual ajustado a cuentas nacionales (dólares PPC)	6,811	6,702	4,720
Índice de salud (2)	0.8914	0.9302	0.8588
Índice de educación (3)	0.7741	0.7944	0.7475
Índice de ingreso (4)	0.7045	0.7018	0.6433

Nota: (1) Se refiere a la población de 15 años y más; (2) Índice calculado a partir de la tasa de mortalidad infantil; (3) Índice calculado a partir de la tasa de alfabetización y la tasa de asistencia escolar; (4) Índice calculado a partir del ingreso per cápita

Índice de marginación

La marginación como fenómeno estructural expresa la dificultad para propagar el progreso en el conjunto de la estructura productiva, pues excluye a ciertos grupos sociales del goce de beneficios que otorga el proceso de desarrollo. La precaria estructura de oportunidades sociales para los ciudadanos, sus familias y comunidades los expone a privaciones, riesgos y vulnerabilidades sociales que, a menudo, escapan al control personal familiar y comunitario (CONAPO 2011).

El índice de marginación se define con base en nueve indicadores socioeconómicos capaces de reflejar las desventajas relativas que enfrenta una población como producto de su situación geográfica, económica y social. Permitiendo la ubicación de cada entidad federativa o municipio dentro de alguno de los cinco intervalos de marginación siguientes, de acuerdo con la Técnica de Estratificación Óptima desarrollada por Dalenius y Hodges: muy bajo (–1.52944, -1.15143); bajo (-1.15143, -0.39539); medio (-0.39539, – 0.01738); alto (– 0.01738, 0.73866); y muy alto (0.73866, 2.25073).

A continuación se presentan los resultados de los indicadores socioeconómicos para los municipios de Santo Domingo Ingenio, Unión Hidalgo y Santiago Niltepec, Oaxaca con base en los datos más recientes publicados por CONAPO.

Tabla IV–28. Indicadores de Marginación en Santo Domingo Ingenio, Unión Hidalgo y Santiago Niltepec, Oaxaca 2010.

Indicador	Santo Domingo Ingenio	Unión Hidalgo	Santiago Niltepec
Población analfabeta de 15 años o más	16.69%	14.69%	20.51%
Población sin primaria completa de 15 años o más	37.80%	27.03%	42.86
Población en localidades con menos de 5000 habitantes	21.96%	2.05%	100.00
PEA ocupada, con ingresos de hasta 2 salarios mínimos	55.27%	50.39%	71.89
Ocupantes en viviendas sin drenaje ni servicio sanitarios exclusivo	2.76%	0.65%	5.21%
Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	2.19%	1.01%	5.50%
Ocupantes en viviendas sin agua entubada	7.96%	0.52%	7.21%
Ocupantes en viviendas con algún nivel de hacinamiento	34.00%	43.98%	38.44%
Ocupantes en viviendas con piso de tierra	4.15%	2.22%	8.99%

Fuente: SNIM 2014, CONAPO con base en Censo de Población y Vivienda 2010.

Con base en los datos anteriores se calcularon los indicadores de marginación para los tres municipios dando como resultado que Santo Domingo Ingenio presenta un grado de marginación *Medio*, ocupando el lugar 519 a nivel estatal; el municipio de Unión Hidalgo cuenta con un grado de marginación *Bajo* ocupando en lugar 543 y Santiago Niltepec tiene un grado de marginación *Medio* y el lugar 384 dentro del Estado.

En la siguiente tabla se muestran los valores de los indicadores de marginación de los municipios estudiados, calculados por la CONAPO para el año 2010.

Tabla IV–29. Índice de Marginación de Santo Domingo Ingenio, Unión Hidalgo y Santiago Niltepec, Oaxaca 2010.

Indicador	Santo Domingo Ingenio	Unión Hidalgo	Santiago Niltepec
Índice de marginación	-0.53370	-0.86120	-0.30260
Grado de marginación	Medio	Bajo	Medio
Índice de marginación de 0 a 100	21.64	17.94	31.09
Lugar a nivel estatal	519	543	384
Lugar a nivel nacional	1644	1922	927

Fuente: SNIM 2014, CONAPO con base en Censo de Población y Vivienda 2010.

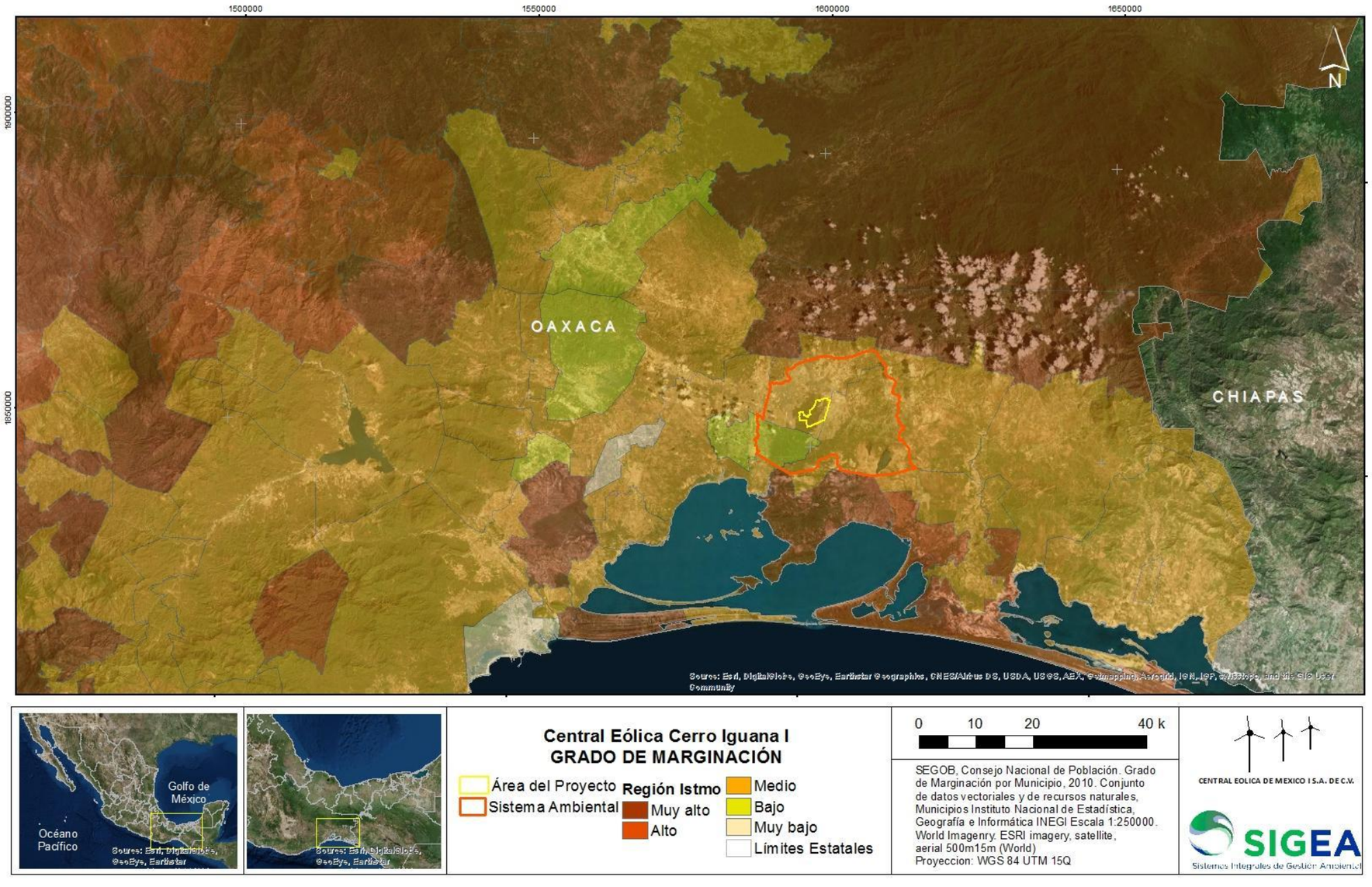


Figura IV–33. Grado de marginación en la Región Istmo y en los municipios de Santo Domingo Ingenio, Unión Hidalgo y Santiago Niltepec, Oaxaca

IV.5 Diagnóstico ambiental

A continuación se realiza un análisis con la información previamente presentada con el propósito de hacer un diagnóstico del sistema ambiental previo a la realización del proyecto. La evaluación de los componentes se hace considerando su interrelación y cuando resulta pertinente, en concordancia con las tendencias del comportamiento de los procesos de deterioro natural y grado de conservación del Área del Proyecto.

El sistema ambiental definido para este proyecto se localiza al sureste del Estado de Oaxaca, en la Planicie Costera del Istmo de Tehuantepec, en donde la selva baja caducifolia y el matorral espinoso se consideraban como la vegetación predominante, sin embargo, actualmente presenta un alto grado de perturbación debido principalmente a la transformación de terrenos forestales, como consecuencia del crecimiento urbano y el establecimiento de nuevos asentamientos humanos, así como por el creciente desarrollo de actividades productivas como la ganadera y la agricultura.

El SA cuenta con una superficie de 41,287.855 hectáreas y comprende una región relativamente homogénea en cuanto a relieve, mosaicos de vegetación, uso del suelo y factores socioeconómicos; queda comprendido en los municipios de Santo Domingo Ingenio, Unión Hidalgo y Santiago Niltepec. Fue definido con base en los siguientes criterios ambientales y espaciales: sistema de topoformas, cuerpos de agua superficiales y límites geopolíticos —el límite norte fue determinado con base en el incremento en las elevaciones montañosas de la Sierra de Tolistoque; los límites este y oeste por los ríos Niltepec y Chicapa (también conocido como rio Espíritu Santo) respectivamente; el límite suroeste de la poligonal del SA quedó delimitado por la frontera entre Unión Hidalgo y San Dionisio del Mar, mientras que el límite sureste por la frontera entre Santiago Niltepec y San Francisco Ixhuatán

Instrumentos de política ambiental

Para esta zona del Estado de Oaxaca no existen UGAs u Ordenamientos Ecológicos Territorial Estatal o Regional. De igual manera y de acuerdo con la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO), el área del proyecto no está comprendida dentro de las Regiones Terrestres Prioritarias, Regiones Hidrológicas Prioritarias o Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS). Sin embargo, la poligonal del SA definido para el

proyecto alcanza a intersectar la Región Marina Prioritaria # 37 “Laguna Superior e Inferior” (RMP 37), sin embargo este traslape no tiene influencia entre ambas regiones por lo que no se considera relevante para los efectos del proyecto.

El SA no comprende o colinda con ningún Área Natural Protegida de carácter federal o estatal. Las áreas naturales protegidas más cercanas son el Parque Ecológico Regional del Istmo ubicada a 21.26 km y a 30.22 km al oeste del SA y del AP respectivamente; la Reserva de la Biósfera La Sepultura que se encuentra 49.94 km al este del polígono del SA y a 65.59 km del AP, y la Reserva de la Biósfera Selva El Ocote, cuyo límite de su zona de amortiguamiento se encuentra aproximadamente 85.94 km al noreste del SA y a 96.69 km del AP.

Viento

Las áreas con el mejor recurso eólico de Oaxaca se concentran en la región sureste del estado, principalmente en la parte sur del Istmo de Tehuantepec. La región con recurso eólico del Istmo se extiende desde la costa hacia el norte aproximadamente 60 km y aproximadamente 60 a 80 km de este a oeste. Existe un excelente recurso eólico (Clase 5 y superior) generalizado en la región del Istmo. El mayor recurso (Clase 7) del Istmo ocurre cerca de las colinas (incluyendo La Mata, La Venta y La Ventosa), cordilleras y en la costa. Los fuertes vientos del norte son frecuentes en la región del Istmo, particularmente durante la temporada pico de viento de noviembre a febrero.

Vegetación y uso del suelo

La cobertura vegetal ha sido fuertemente transformada. El pobre estado de conservación que guarda el entorno indica un grado de perturbación alto derivado de las principales actividades productivas que se desarrollan en la zona. Las actividades principales en el área son el cultivo de maíz, frijol y sorgo y la cría de ganado bovino. Todos los predios que componen el Área del Proyecto fueron desmontados alguna vez para la siembra de caña de azúcar. Sin embargo, en los predios donde actualmente no se llevan a cabo actividades de siembra o pastoreo, existe vegetación secundaria en distintos estados sucesionales, que constituyen el hábitat para diferentes especies de fauna.

El proyecto Central Eólica Cerro Iguana I, incluyendo sus caminos interiores, tendrá una superficie total de ocupación de 23.52 hectáreas que representan únicamente el 0.05% con

respecto a la superficie total del SA (41,278.855 ha), así como el 1.92% con respecto a la superficie total del Área del Proyecto. De las 23.52 hectáreas susceptibles de afectación, se requerirá el cambio en el uso de suelo de terrenos forestales en una superficie de 18.50 hectáreas de selva baja caducifolia.

Se realizó la revisión del estatus de vulnerabilidad de las especies de flora identificadas durante los trabajos de campo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, y dentro del Área del Proyecto no se registró ninguna especie enlistada en alguna categoría de riesgo conforme a la citada norma; por consiguiente, se puede establecer que las actividades constructivas del proyecto no afectarán a individuos pertenecientes a especies de flora enlistada en alguna categoría de riesgo.

Diversidad faunística

De acuerdo a los antecedentes bibliográficos, el Istmo de Tehuantepec siempre se ha señalado como una región con un alto nivel de endemismo (Lorence y García-Mendoza 1989). Asimismo, es también considerada como un área de gran importancia porque a través de ella migran distintas especies de aves, algunas de ellas en cifras verdaderamente elevadas con relación al total de su población.

Con base en el inventario de vertebrados que se llevó a cabo como parte de la caracterización ambiental del área en la que se pretende desplantar el proyecto, se puede apreciar que la zona todavía mantiene una considerable diversidad biológica. La riqueza de vertebrados registrada durante los 5 días de trabajo de campo ascendió a 104 especies pertenecientes a 24 órdenes, 2 subórdenes y 54 familias; encontrando que el grupo mejor representando es el de las aves, registrando un total de 1,354 individuos lo que equivale al 90.87% del total de registros, seguido de los reptiles con 99 registros equivalentes al 6.64% de los registros totales. Después le siguieron los mamíferos con número total de 22 registros equivalentes al 1.47% del total, y por último los anfibios fue el grupo faunístico que registró el menor número de individuos contabilizando solo 15 ejemplares equivalentes al 1.00% del total de registros

De las 104 especies registradas en este inventario, 13 están incluidas en el listado de la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010), encontrándose agrupadas de la siguiente manera: 4 especies para la categoría de Amenazadas (A), y 9 en la categoría de Protección Especial (Pr). Las restantes 91 especies no están dentro de ninguna categoría de protección. Por

otro lado, las proporciones estimadas para cada categoría de protección respecto al total de especies caracterizadas en el estudio, resultan de la siguiente manera: el 3.84% de las especies en la categoría de Amenazadas y 8.65% están bajo Protección Especial y el restante 87.5% no están en ninguna de las categorías de protección.

Desarrollo de la zona

Actualmente los municipios de Santo Domingo Ingenio y Unión Hidalgo tienen como principales actividades económicas las relacionadas con el sector terciario, es decir, aquellas relacionadas con comercio, turismo y servicios. Mientras que en el municipio de Santiago Niltepec, la principal actividad económica la ocupa el sector primario donde las principales actividades son la agricultura y la ganadería.

Sin embargo, el desarrollo económico de la zona se ha visto ligado en los últimos años a la instalación de infraestructura eoloeléctrica proporcionando empleo temporal y permanente para los habitantes de la región, por lo que la realización del proyecto en sus diferentes etapas contribuirá en esta misma dinámica de oferta de empleo, brindando con ello beneficios económicos a los pobladores de los tres municipios de manera directa por su contratación y de manera indirecta por la prestación de bienes y servicios durante la construcción del parque.

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 221

V.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES 221

V.1.1 Identificación y caracterización diagramática de las acciones del proyecto que pueden causar impactos y de los factores ambientales potencialmente receptores. 222

V.1.2 Identificación de los principales impactos a través de una matriz de interacciones 224

V.1.3 Evaluación de los impactos identificados mediante RIAM 225

V.2 IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS 231

V.2.1 Identificación y caracterización diagramática de las acciones del proyecto que pueden causar impactos y de los factores ambientales potencialmente receptores. 231

V.2.2 Matriz de identificación y descripción de impactos 235

V.2.3 Evaluación global de los impactos encontrados 265

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Un impacto ambiental es cualquier alteración en las condiciones ambientales o la creación de un nuevo conjunto de condiciones ambientales adversas o benéficas, causadas o inducidas por la acción de una actividad o conjunto de ellas.

En este sentido, la evaluación de impacto ambiental está enfocada a identificar, predecir e interpretar los impactos de un proyecto, en los parámetros ambientales que tienen un fuerte significado para el ambiente, incluyendo el medio natural y el socioeconómico.

Las obras de desarrollo, como la que nos ocupa, presentan diversos impactos al medio físico natural y socioeconómico, tanto en sus etapas de preparación del sitio y construcción, como de la futura operación del proyecto. En función del tipo de obra, y de las características del terreno y entorno, los impactos pueden ser de diversa magnitud e importancia.

Debido a los múltiples enfoques, áreas de incidencia, disciplinas, problemática y contexto de integración que exige el estudio de impacto ambiental, el método utilizado para la identificación y evaluación global de los potenciales impactos ambientales, se conforma con base en la creación de un panel profesional interdisciplinario. La razón de tal estructura, permite incluir una gama de disciplinas que puedan proporcionar su juicio profesional experto con relación a los impactos de que se trate y de los atributos del ambiente potencialmente receptores.

Para la identificación y valoración de los impactos ambientales potenciales que serán generados por el proyecto “Central Eólica Cerro Iguana I” en sus distintas fases, se estableció una metodología consistente en tres pasos fundamentales:

- Identificación y caracterización diagramática de las acciones del proyecto que pueden causar impactos y de los factores ambientales potencialmente receptores.
- Identificación de los principales impactos a través de una matriz de interacciones.

- Evaluación de los impactos identificados mediante el método conocido como Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM).

V.1.1 Identificación y caracterización diagramática de las acciones del proyecto que pueden causar impactos y de los factores ambientales potencialmente receptores.

V.1.1.1 Identificación de las acciones o actividades del proyecto capaces de producir impactos

De acuerdo con Gómez-Orea (2003), esta tarea consiste en estudiar los elementos y procesos del proyecto (objeto de evaluación) que puedan desencadenar impactos, contando para ello con la información obtenida del inventario ambiental y teniendo como telón de fondo la idea de integración ambiental y las reflexiones anteriores sobre los impactos presumiblemente más significativos en el proyecto.

Para ello es indispensable determinar las acciones del proyecto, entendiéndose por acción, a las actividades que intervienen en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental. Tales causas pueden residir en todas las fases del desarrollo del proyecto y en todas las partes y elementos que lo forman.

Estructura en que se organizan las acciones o actividades

Dada la complejidad de los proyectos, esta tarea se formaliza desagregándolos en forma de árbol de tres niveles, el último de los cuales representa las acciones simples que son la causa directa del impacto. Los tres niveles son los siguientes:

Primer nivel, fases: Se refiere a las etapas por las que pasa el desarrollo de un proyecto hasta que se concreta; se consideran: Planeación, Preparación del Sitio, Construcción, y Operación y Mantenimiento.

Segundo nivel, elementos: Se trata de cada uno de los elementos de los que constan las distintas fases del proyecto.

Tercer nivel: actividades: una actividad se refiere a una causa simple, concreta, directa, bien definida y localizada de impacto.

Criterios para la identificación de las acciones o actividades

Las acciones del proyecto han sido identificadas bajo la premisa de que serán:

Relevantes: se ajusten a la realidad de los proyectos y sean capaces de desencadenar efectos notables.

Excluyentes/independientes: para evitar sobrelapamientos que puedan dar lugar a duplicaciones en la contabilidad de los impactos.

Fácilmente identificables: es decir susceptibles de una definición nítida y de una identificación fácil sobre planos o diagramas de proceso.

Localizables: atribuibles a una zona o punto concreto del espacio en que se ubican los proyectos.

Cuantificables: en la medida de lo posible, deber ser medibles en magnitudes físicas, y quedar descritas con la mayor aproximación.

V.1.1.2 Identificación de los factores ambientales susceptibles de recibir impactos

El "entorno" es la parte del medio ambiente que interacciona con los proyectos en términos de fuente de recursos y materias primas (recursos naturales, energía, mano de obra, etc.), soporte de los elementos físicos (edificios, instalaciones, infraestructura en general etc.) y receptor de efluentes a través de los vectores ambientales, aire, agua y suelo, así como de otras salidas: empleo, conflictos sociales, etc.

Definición y delimitación del entorno

El ámbito geográfico del entorno, corresponde al área de extensión de las interacciones que se pretende analizar, que en este caso tiene límites muy precisos. El entorno que corresponde a este estudio de impacto ambiental es el denominado Sistema Ambiental (SA) que fue definido y analizado en el Capítulo IV del presente estudio —y sobre el cual se realizó el inventario ambiental—, ya que es el espacio geográfico en el que de acuerdo a lo dispuesto por el Artículo 12 Fracción IV del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, se deben analizar los impactos ambientales.

Identificación de los factores del medio susceptibles de recibir impactos

Los factores del medio susceptibles de recibir impactos son los elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden se consideran relevantes desde el punto de vista de su potencial afección por el proyecto. Dada la complejidad del entorno en su carácter de sistema, los factores relevantes fueron ordenados en forma de árbol con varios niveles, en el último de los cuales se presentan subfactores muy simples y concretos.

Como en el caso de las acciones del proyecto, la identificación de los factores ambientales que en principio se consideran relevantes, se ha hecho bajo las siguientes condiciones:

Relevancia, deben ser portadores de información importante sobre el estado y funcionamiento del medio.

Exclusión, no deben existir solapamientos ni redundancias entre los identificados que puedan dar lugar a repeticiones en la identificación de impactos.

De fácil identificación, es decir, susceptibles de una definición nítida y de una percepción fácil sobre campo, mapas o información estadística.

Localización, es decir, atribuibles a puntos o zonas concretas del entorno, en este caso del SA.

Medibles, deben ser cuantificables en la medida de lo posible, pues muchos de ellos serán intangibles, directamente o indirectamente a través de algún indicador.

La identificación de factores ambientales susceptibles de recibir impactos y su organización en forma de árbol, se realizó, como en el caso del árbol de acciones, mediante un proceso iterativo a partir de las condiciones que presenta el SA definido para el proyecto “Central Eólica Cerro Iguana I”.

V.1.2 Identificación de los principales impactos a través de una matriz de interacciones

Una vez habiendo identificado tanto las actividades del proyecto “Central Eólica Cerro Iguana I” capaces de generar un impacto ambiental, como los atributos del ambiente receptores que pueden ser afectados significativamente, se elaboró una matriz de interacciones entre las Actividades del Proyecto y los Factores y sus Atributos Ambientales Susceptibles de

Modificación, mediante la cual se identificaron las incidencias de cada actividad sobre cada factor ambiental.

La matriz de interacciones, comúnmente denominada matriz de Leopold, no es un sistema para la evaluación ambiental, es un método para la identificación de las relaciones de causa-efecto entre las actividades que se llevarán a cabo para el desarrollo del proyecto y los atributos del ambiente que fueron reconocidos mediante los estudios prospectivos de campo.

Como se mencionó anteriormente, la matriz se desarrolla con el objeto de establecer relaciones causa-efecto de acuerdo con las características particulares de cada proyecto. Para lograr establecer dichas relaciones, la matriz contiene en sus columnas las etapas del proyecto y sus principales obras o actividades, y en sus filas, los principales factores ambientales sobre los que puede incidir el proyecto y los principales efectos que podrían ejercerse sobre ellos; de tal manera que cada relación causa-efecto nos permitió identificar un impacto potencial.

Finalmente, en la matriz, los cruces o interacciones, se identifican exclusivamente con dos símbolos:

A Cuando el impacto esperado es adverso
B Cuando el impacto esperado es benéfico

En el proceso de identificación de los impactos ambientales a través de las relaciones de causa-efecto en la matriz interacciones, no se calificó ninguna otra característica de los potenciales impactos, ya que esta tarea se llevó a cabo mediante las matrices de evaluación que se producen utilizando la metodología del RIAM, misma que consistió en el tercer paso del proceso de evaluación empleado en este estudio.

V.1.3 Evaluación de los impactos identificados mediante RIAM

Para la evaluación de impactos se utilizó el método conocido como *Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM)* el cual es una herramienta desarrollada por *DHI Water & Environment*. Esta técnica permite tener una visión integral de la problemática ambiental, ya que en el modelo se incluyen todas las acciones propias para la ejecución del proyecto y los factores ambientales que estuvieron involucrados; sólo se consideraron interacciones relevantes.

El método intenta atacar los problemas de trabajar con juicios subjetivos, definiendo criterios y escalas contra los que estos juicios deben ser hechos, y colocando los resultados en una matriz simple que permite tener siempre disponible los argumentos utilizados en el proceso.

El RIAM permite completa transparencia en las decisiones que se hacen en una evaluación de impacto ambiental. El método de investigación y evaluación es "holístico"; asimismo, este método es altamente flexible y de mucha utilidad, permitiendo que los resultados de las evaluaciones de actividades específicas puedan ser reevaluadas tiempo después.

El sistema está basado en asignar una puntuación a los elementos que componen el proyecto, contra criterios ya preestablecidos, y evaluar la puntuación final obtenida comparándola con rangos descriptivos de impactos positivos o negativos.

El RIAM es ideal para ser utilizado en proyectos de esta naturaleza porque permite que los datos de diferentes sectores sean analizados con los mismos criterios dentro de una matriz, permitiendo que se tenga una evaluación rápida y clara de los impactos.

El método está basado en la definición estándar de los criterios de importancia de evaluación, a la vez que presenta valores semicuantitavos para cada uno de estos criterios, de manera que se obtiene un resultado preciso e independiente para cada condición.

Los criterios de importancia de evaluación pueden caer en dos grupos:

Grupo (A) Criterios que son de importancia para la condición y que cada uno de ellos individualmente puede cambiar el resultado obtenido.

Grupo (B) Criterios que son de valor para la situación pero que individualmente no son capaces de cambiar el resultado obtenido.

El valor que le corresponde a cada uno de los componentes se obtiene siguiendo un algoritmo de sencillas operaciones:

*(a1) * (a2) * ... (aN) = aT*
(b1) + (b2) + (b3) + ... (bN) = bT
*(aT) * (bT) = ES*

Dónde:

(*a*1) a (*a*N) son las puntuaciones para los criterios individuales del grupo (A)
(*b*1) a (*b*N) son las puntuaciones para los criterios individuales del grupo (B)
*a*T es la multiplicación de todos los resultados del grupo (A)
*b*T es la multiplicación de todos los resultados del grupo (B)
ES es la puntuación de evaluación de esa condición.

V.1.3.1 Criterios de importancia para la evaluación de acuerdo al RIAM

En el **Grupo (A)** se utiliza una escala que puede ir del –5 al 5, según los impactos sean positivos o negativos. El cero significa que no hay cambio en la condición o no tiene importancia.

Para el **Grupo (B)** la escala es distinta y no se utiliza el cero.

Por tanto, se deben definir los criterios para cada uno de los dos grupos (A y B), basados en condiciones fundamentales que pueden ser afectadas con el cambio y que sean aplicables a todo tipo de proyectos. Los criterios iniciales que han sido definidos son:

Grupo (A)

Importancia de la Condición (A1)

Se evalúa contra las fronteras espaciales o contra los intereses humanos que afectaría. La escala se define como:

4 = importancia nacional/ intereses internacionales

3 = importancia regional/ intereses nacionales

2 = importancia en las áreas circundantes a la localidad

1 = importancia únicamente en la localidad

0 = no tiene importancia

Para el caso del presente proyecto, la escala del *Criterio A1* ha sido ligeramente modificada, adaptándola a las circunstancias del proyecto y tipo de estudio como se describe a continuación:

4 = importancia / intereses nacionales

3 = importancia regional (más allá del SA)

2 = importancia en las áreas circundantes al predio (dentro del SA definido)

1 = importancia únicamente en la condición local (dentro del Área del Proyecto)

0 = no tiene importancia

Magnitud del Cambio/Efecto (A2)

La magnitud se define como una medida de la escala de beneficio/des-beneficio de un impacto o condición:

+3 = mayor beneficio positivo

+2 = mejora significativa del *status quo*

+1 = mejora del *status quo*

0 = no hay cambio/*status quo*

-1 = cambio negativo del *status quo*

-2 = significativo cambio negativo o des-beneficio

-3 = mayor des-beneficio o cambio negativo

Grupo (B)

Permanencia (B1)

La permanencia define si una condición es temporal o permanente, y debe ser visto únicamente desde el punto de vista tiempo.

1 = no cambio/no aplica

2 = temporal

3 = permanente

Reversibilidad (B2)

Define si una condición puede ser cambiada y es una medida sobre el control que se tiene del efecto de la condición. No debe ser confundida o equiparada con la temporalidad:

1 = no cambio/no aplica

2 = reversible

3 = irreversible

Acumulación (B3)

Es una medida de si el efecto va a tener un solo impacto, o si se presentará un efecto de acumulación con el tiempo, o habrá un efecto de sinergia con otras condiciones, que para el caso específico de este proyecto se consideró también el efecto acumulativo que el desarrollo de la Central Eólica Cerro Iguana II le imprimirá al SA. No debe ser confundido con una situación permanente/irreversible.

1 = no cambio/no aplica

2 = no acumulativo/singular

3 = acumulativo/sinérgico

V.1.3.2 Componentes de evaluación

Además de los criterios de importancia, el sistema requiere de componentes específicos de evaluación. Los componentes serán las incidencias sobre los factores ambientales que se dividen en cuatro categorías como sigue:

Físico/Químico (FQ)

Engloba todos los aspectos físicos y químicos del ambiente, incluyendo los recursos naturales no renovables (no biológicos) y la degradación del ambiente físico por contaminación.

Biológico/Ecológico (BE)

Engloba todos los aspectos biológicos del medio ambiente, incluyendo los recursos naturales renovables, la conservación de la biodiversidad, interacciones entre especies y contaminación de la biósfera.

Sociológico/Cultural (SC)

Engloba todos los aspectos humanos del medio ambiente, incluyendo condiciones sociales que afectan a los individuos y a las comunidades; junto con aspectos culturales, incluyendo la herencia cultural y el desarrollo humano.

Económico/Operacional (EO)

Permite identificar de una manera cualitativa las consecuencias económicas la realización del proyecto y del cambio ambiental, tanto temporal como permanente, así como la complejidad del manejo del proyecto dentro del contexto de las actividades del proyecto.

V.1.3.3 Interpretación de los resultados

La aplicación de la técnica semicuantativa descrita, permite finalmente obtener un valor "ES", también denominada Puntuación Ambiental. Esa puntuación según el método, permite clasificar a los impactos (mediante rangos de valores alfabéticos) en 5 categorías positivas, 5 negativas y una donde no existe variación en el estado actual, como sigue:

Puntuación ambiental (ES)	Rango de valores (alfabético)	Rango de valores (numérico)	Descripción del rango
108 a 72	*E*	*5*	*Mayor impacto positivo*
71 a 36	*D*	*4*	*Alto impacto positivo*
35 a 19	*C*	*3*	*Impacto positivo significante*
10 a 18	*B*	*2*	*Impacto positivo*

Puntuación ambiental (ES)	Rango de valores (alfabético)	Rango de valores (numérico)	Descripción del rango
1 a 9	*A*	*1*	*Bajo impacto positivo*
0	*N*	*0*	*Status quo / No aplicable*
-1 a -9	*-A*	*-1*	*Bajo impacto negativo*
-10 a -18	*-B*	*-2*	*Impacto negativo*
-19 a -35	*-C*	*-3*	*Impacto negativo significante*
-36 a -71	*-D*	*-4*	*Alto impacto negativo*
-72 a -108	*-E*	*-5*	*Mayor impacto negativo*

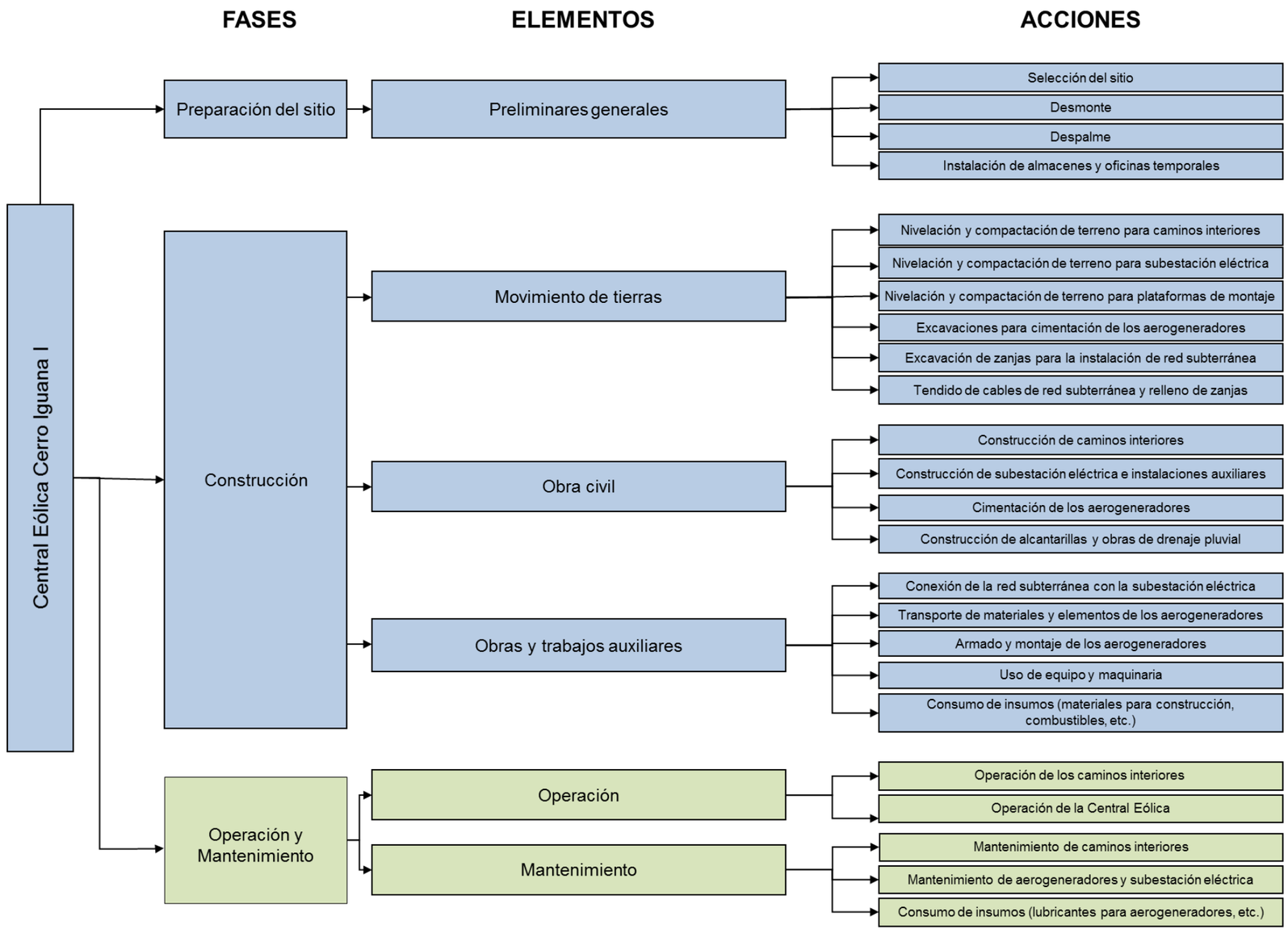
Finalmente esta técnica permite obtener un valor para cada impacto detectado y determinar cuáles resultan ser los más críticos o preocupantes para centrar sobre ellos las principales medidas de mitigación del proyecto.

V.2 Impactos ambientales generados

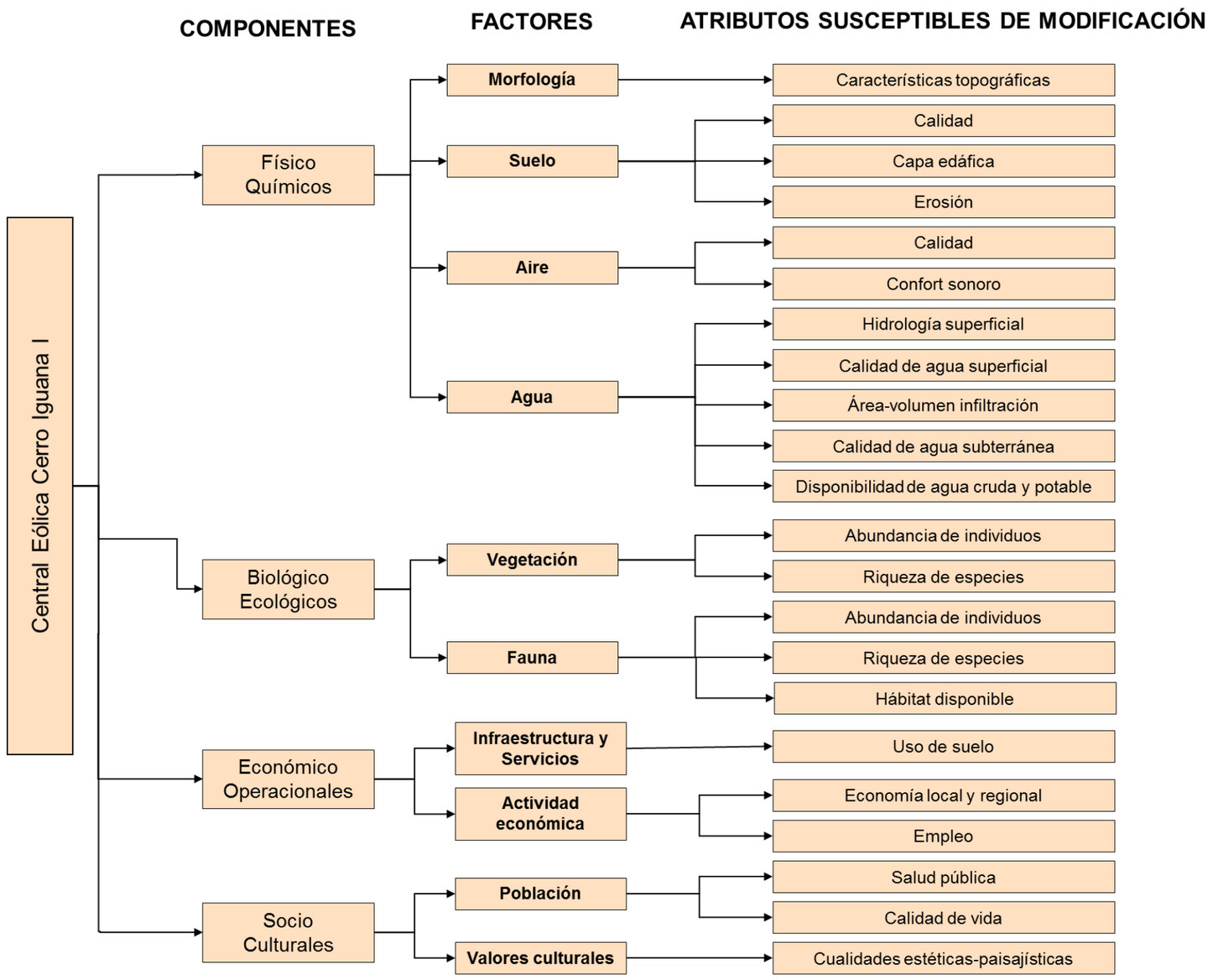
V.2.1 Identificación y caracterización diagramática de las acciones del proyecto que pueden causar impactos y de los factores ambientales potencialmente receptores.

De acuerdo a la metodología propuesta, se realizó en primer término la identificación de las principales acciones del proyecto en función de sus propias características, descritas en el Capítulo II del presente estudio, bajo la óptica de cuáles de ellas podrían ser agentes causantes de impactos ambientales. Este proceso fue iterativo y discutido en un panel de expertos.

En los árboles de *Actividades del Proyecto* que se muestra a continuación, se ilustran en color azul aquellas actividades contempladas en la etapa de Preparación del Sitio y Construcción del proyecto, y en color verde, las correspondientes a la etapa de Operación y Mantenimiento.


FASES
ELEMENTOS
ACCIONES
Central Eólica Cerro Iguana I
Preparación del sitio
Preliminares generales
Selección del sitio
Desmonte
Despalme
Instalación de almacenes y oficinas temporales
Construcción
Movimiento de tierras
Nivelación y compactación de terreno para caminos interiores
Nivelación y compactación de terreno para subestación eléctrica
Nivelación y compactación de terreno para plataformas de montaje
Excavaciones para cimentación de los aerogeneradores
Excavación de zanjas para la instalación de red subterránea
Tendido de cables de red subterránea y relleno de zanjas
Obra civil
Construcción de caminos interiores
Construcción de subestación eléctrica e instalaciones auxiliares
Cimentación de los aerogeneradores
Construcción de alcantarillas y obras de drenaje pluvial
Obras y trabajos auxiliares
Conexión de la red subterránea con la subestación eléctrica
Transporte de materiales y elementos de los aerogeneradores
Armado y montaje de los aerogeneradores
Uso de equipo y maquinaria
Consumo de insumos (materiales para construcción, combustibles, etc.)
Operación y Mantenimiento
Operación
Operación de los caminos interiores
Operación de la Central Eólica
Mantenimiento
Mantenimiento de caminos interiores
Mantenimiento de aerogeneradores y subestación eléctrica
Consumo de insumos (lubricantes para aerogeneradores, etc.)

Del mismo modo, para el caso de los factores ambientales susceptibles de recibir impactos, se realizó un árbol mediante un proceso iterativo y bajo el panel de expertos, a partir de las condiciones que presenta el SA definido para el proyecto. El árbol de *Factores y Atributos Ambientales Susceptibles de Afectación* se muestra a continuación:


COMPONENTES
FACTORES
ATRIBUTOS SUSCEPTIBLES DE MODIFICACIÓN
Central Eólica Cerro Iguana I
Físico Químicos
Morfología
Características topográficas
Suelo
Calidad
Capa edáfica
Erosión
Aire
Calidad
Confort sonoro
Agua
Hidrología superficial
Calidad de agua superficial
Área-volumen infiltración
Calidad de agua subterránea
Disponibilidad de agua cruda y potable
Biológico Ecológicos
Vegetación
Abundancia de individuos
Riqueza de especies
Fauna
Abundancia de individuos
Riqueza de especies
Hábitat disponible
Económico Operacionales
Infraestructura y Servicios
Uso de suelo
Actividad económica
Economía local y regional
Empleo
Socio Culturales
Población
Salud pública
Calidad de vida
Valores culturales
Cualidades estéticas-paisajísticas

V.2.2 Matriz de identificación y descripción de impactos

Utilizando una matriz de interacciones entre las Actividades del Proyecto y los Factores y sus Atributos Ambientales Susceptibles de Modificación, se identificaron las incidencias de cada actividad sobre cada factor ambiental. Los efectos se calificaron de acuerdo sólo a una cualidad en dos tipos: adversos o benéficos. Se incluyeron todos los casos en los que puede haber una relación actividad de obra – factor ambiental, sin discriminar aquellos en que la interrelación no causa una modificación. De tal manera que esta matriz ofrece un panorama general de las interacciones, ya sean adversas o benéficas, que cada actividad del proyecto producirá sobre cada uno de los factores ambientales en el SA definido para el proyecto.

La matriz de interacciones del proyecto, entre las actividades que pueden generar impactos y los factores y atributos ambientales que los recibirán, se muestra a continuación.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS			PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN																			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
CENTRAL EÓLICA CERRO IGUANA I Interacciones e identificación de impactos ambientales: *A: Adverso* *B: Benéfico* FACTORES Y ATRIBUTOS AMBIENTALES		ACTIVIDADES DEL PROYECTO	Selección del sitio	Desmonte (caminos interiores, plataformas, subestación, etc)	Despalme (caminos interiores, plataformas, subestación, etc)	Instalación de bodegas y oficinas temporales	Nivelación y compactación de terreno para caminos interiores	Nivelación y compactación de terreno para subestación eléctrica	Nivelación y compactación de terreno para plataformas de montaje	Excavaciones para cimentación de los aerogeneradores	Excavación de zanjas para la instalación de red subterránea	Tendido de cables de red subterránea y relleno de zanjas	Construcción de caminos interiores	Construcción de subestación eléctrica e instalaciones auxiliares	Cimentación de los aerogeneradores	Construcción de alcantarillas y obras de drenaje pluvial	Conexión de la red subterránea con la subestación eléctrica	Transporte de materiales y elementos de los aerogeneradores	Armado y montaje de aerogeneradores	Uso de equipo y maquinaria	Consumo de insumos (materiales para construcción, combustibles, etc)	Operación y mantenimiento de los caminos interiores	Operación y mantenimiento del proyecto eólico (aerogeneradores, subestación)	Consumo de insumos (lubricantes para aerogeneradores, etc)
FÍSICOS	Morfología	Relieve y topografía					A	A	A	A	A													
	Suelo	Calidad											A	A	A	A				A	A		A	A
		Capa edáfica		A	A		A	A	A	A	A		A											
		Erosión		A	A		A	A	A	A	A	A	A											
	Aire	Calidad		A	A		A	A	A	A	A		A	A		A		A		A			B	
		Ruido		A	A		A	A	A	A	A		A	A	A			A	A	A			A	
	Agua	Hidrología superficial				A	A	A	A	A	A		A			A								
		Calidad de agua superficial				A										A				A				
		Área-volumen de infiltración											A	A	A									
		Calidad de agua subterránea																						
		Demanda de agua cruda y potable				A	A	A	A				A	A	A	A								
BIOLÓGICOS	Vegetación	Abundancia		A	A																			
		Riqueza		A	A																			
	Fauna	Abundancia		A	A		A	A	A	A	A									A			A	
		Riqueza		A	A		A	A	A	A	A									A			A	
		Hábitat disponible		A	A																			
ECONÓMICO-OPERACIONALES	Actividad económica	Economía local y regional																B	B	B	B	B	B	B
		Empleo		B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B		B	B	
		Uso del suelo	B																				B	
SOCIO-CULTURALES	Población	Salud pública				A														A			A	
		Calidad de vida																A		A				
	Valores culturales	Cualidades estéticas - paisajísticas		A	A	A	A	A	A	A	A		A	A	A			A	A	A			A	

V.2.2.1 Descripción y caracterización de los impactos ambientales

A continuación se describen los impactos detectados en la matriz de interacciones entre actividades del proyecto y factores ambientales, y se hace la correspondiente valoración bajo los criterios del RIAM.

Preparación del Sitio y Construcción

Impacto Ambiental No.: 1	**Modificación de topografía y morfología del sitio**
Factor ambiental impactado:	Relieve y topografía
Actividades causantes:	Nivelación y compactación de terreno para caminos interiores Nivelación y compactación de terreno para subestación eléctrica Nivelación y compactación de terreno para plataformas de montaje Excavación para cimentación de los aerogeneradores Excavación de zanjas para la red subterránea Construcción de alcantarillas y obras de drenaje pluvial
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	Cambios en la topografía del terreno por el movimiento de tierras y las nivelaciones y compactaciones necesarias para la conformación de caminos interiores y plataformas para el almacenamiento temporal y el montaje de los aerogeneradores, así como de otras construcciones auxiliares. De igual forma, las excavaciones para la cimentación de los aerogeneradores y de las zanjas para el tendido de la red eléctrica subterránea, así como para la construcción de alcantarillas y drenajes pluviales, causarán una modificación en las características actuales de la fisiografía del sitio.
Código asignado (RIAM):	FQ1

Valoración (RIAM):

Criterio	Valor asignado	Comentarios
Importancia	1	Sólo se efectuará en la zona de desplante de caminos interiores, subestación eléctrica, plataformas de montaje y obras auxiliares. Todo al interior del polígono definido para el proyecto.
Magnitud	-1	La topografía actual del sitio es sensiblemente plana, por lo que prácticamente no se requieren cortes y rellenos
Permanencia	3	
Reversibilidad	2	
Acumulación	1	

Impacto Ambiental No.: 2	**Afectación de la calidad del suelo**
Factor ambiental impactado:	Calidad del suelo
Actividades causantes:	Construcción de caminos interiores Construcción de subestación eléctrica Cimentación de los aerogeneradores Construcción de alcantarillas y obras de drenaje pluvial Uso de equipo y maquinaria Consumo de insumos.
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	Afectación de la calidad del suelo por el riesgo de derrames accidentales de combustibles y lubricantes, así como de concreto en zonas libres. Existe una afectación por la posibilidad de un manejo inadecuado de residuos. La operación y tránsito de vehículos y maquinaria pesada, durante la construcción, y movimientos de tierra en general, puede ocasionar derrames accidentales de combustibles y lubricantes en suelo natural. También se puede ocasionar derrames como resultado de carga de tanques de combustible, y actividades de mantenimiento y lubricación de los equipos. Las actividades de obra civil en general traerán como consecuencia generación de tres tipos de residuos potencialmente contaminantes del suelo. Casi todas las actividades de obra generan residuos de la construcción consistentes en residuos de concreto, piedras y escombro de pequeñas demoliciones a veces necesarias. También existe generación de residuos peligrosos tales como estopas impregnadas con grasas o aceites, colillas de soldadura, estopas con thinner, aceite gastado, residuos de pintura y suelo impregnado con hidrocarburos. Los volúmenes generados no son grandes sin embargo debido a su toxicidad deben tener un manejo adecuado. Por último existe la generación de residuos urbanos provenientes de la actividad humana, estimada en un máximo de 20 kg/día de residuos domésticos (considerando una tasa de generación de 0.2 kg/trabajador/día.
Código asignado	FQ2
Valoración:	

Criterio	Valor asignado	Comentarios
Importancia	1	Sólo se emplearán en las zonas de obra
Magnitud	-1	Por los volúmenes de sustancias tóxicas que se emplearán, no se esperan derrames significativos.
Permanencia	2	
Reversibilidad	2	En caso de derrames, se pueden llevarán a cabo actividades de remediación
Acumulación	2	

Impacto Ambiental No.: 3	**Afectación de la capa edáfica**
Factor ambiental impactado:	Capa edáfica
Actividades causantes:	Desmonte Despalme Nivelación y compactación de terreno para caminos interiores Nivelación y compactación de terreno para subestación eléctrica Nivelación y compactación de terreno para plataformas de montaje Excavación para cimentación de los aerogeneradores Excavación de zanjas para la red subterránea Construcción de caminos interiores
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	Afectación de la capa edáfica por retiro de la cubierta de materia orgánica en los sitios donde se ubicarán los aerogeneradores, y demás estructuras permanentes. Así como los movimientos de tierra, compactaciones y nivelaciones. Las actividades de desmonte y despalme, de excavaciones, nivelaciones y la compactación para el desplante de plataformas, así como el movimiento de tierras en general, ocasionarán pérdida de la capa edáfica, ya sea por su retiro o bien por su cubrimiento con otros materiales.
Código asignado	FQ3

Valoración:

Criterio	Valor asignado	Comentarios
Importancia	1	El retiro se hará sólo sobre las áreas donde se desplantará algún tipo de elemento o infraestructura del proyecto eólico, circunscrito a una poligonal bien definida.
Magnitud	-2	La superficie de la cual se retirará la capa edáfica corresponde a las 18.5 hectáreas que serán despalmadas y que actualmente cuentan con vegetación de selva baja caducifolia.
Permanencia	3	Su retiro es definitivo
Reversibilidad	2	
Acumulación	2	

Impacto Ambiental No.: 4		**Incremento en el grado erosión**
Factor ambiental impactado:		Erosión
Actividades causantes:		Desmonte Despalme Nivelación y compactación de terreno para caminos interiores Nivelación y compactación de terreno para subestación eléctrica Nivelación y compactación de terreno para plataformas de montaje Excavación para cimentación de los aerogeneradores Excavación de zanjas para la red subterránea Tendido de cables de red subterránea y relleno de zanjas Construcción de caminos interiores
Tipo de impacto:		Adverso
Descripción:		Esta afectación se ocasionará cuando se realice el desmonte y el despalme en las áreas de desplante de las obras, así como cuando se realicen actividades de excavaciones y movimiento de tierras. La afectación podrá ser por agentes hídricos y mayormente eólicos.
Código asignado		FQ4
Valoración:		
Criterio	**Valor asignado**	**Comentarios**
Importancia	2	La potencial erosión quedaría circunscrita al SA del proyecto.
Magnitud	-2	
Permanencia	3	
Reversibilidad	2	
Acumulación	3	Con la erosión se pierde el suelo fértil, se modifican los patrones hidrológicos superficiales y se impide la regeneración natural. Por ello es considerado acumulativo.

Impacto Ambiental No.: 5	**Afectación de la calidad del aire**
Factor ambiental impactado:	Calidad del aire
Actividades causantes:	Desmonte Despalme Nivelación y compactación de terreno para caminos interiores Nivelación y compactación de terreno para subestación eléctrica Nivelación y compactación de terreno para plataformas de montaje Excavación para cimentación de los aerogeneradores Excavación de zanjas para la red subterránea Construcción de caminos interiores Construcción de subestación eléctrica Construcción de alcantarillas y obras de drenaje pluvial Transporte de materiales y elementos de los aerogeneradores Uso de equipo y maquinaria
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	La operación de los equipos y maquinaria con motores de combustión interna, será la principal causa de generación de impactos en este factor ambiental. Se prevé como resultado de esta actividad la emisión de monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO2), óxidos de nitrógeno (NOx), hidrocarburos (HC) no quemados y partículas. La magnitud de este impacto dependerá en gran medida del estado de los motores y el correspondiente equipo de control de emisiones, así como del tipo y calidad del combustible utilizado. También la circulación de vehículos de transporte de materiales, recolección de residuos y demás vehículos relacionados con las obras, será fuente de emisiones de gases contaminantes. La generación de partículas suspendidas, incluyendo polvos, se tendrá durante toda la etapa de construcción, siendo especialmente notoria durante las actividades de despalme, cortes, excavaciones y nivelaciones, formación de terraplenes, plataformas y movimientos de tierra en general.
Código asignado	FQ5

Valoración:

Criterio	Valor asignado	Comentarios
Importancia	2	Los polvos y gases se dispersarán a través del SA del proyecto
Magnitud	-2	
Permanencia	2	
Reversibilidad	2	
Acumulación	2	

Impacto Ambiental No.: 6	**Afectación por ruido**
Factor ambiental impactado:	Confort sonoro
Actividades causantes:	Desmonte Despalme Nivelación y compactación de terreno para caminos interiores Nivelación y compactación de terreno para subestación eléctrica Nivelación y compactación de terreno para plataformas de montaje Excavación para cimentación de los aerogeneradores Excavación de zanjas para la red subterránea Construcción de caminos interiores Construcción de subestación eléctrica Cimentación de los aerogeneradores Transporte de materiales y elementos de los aerogeneradores Armado y montaje de los aerogeneradores Uso de equipo y maquinaria
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	El ruido se incrementará por arriba de lo normal, debido al aumento en la circulación de vehículos y en especial por el uso de maquinaria y equipo. Sin embargo el proyecto se ubica en una zona rural, con lo cual el número de personas receptoras se reduce a los propietarios de las parcelas durante sus faenas de campo. Se generará ruido y vibraciones que incluso rebasarán los 90 dB(A) por lapsos cortos de tiempo (medidos a 1 m de la fuente generadora) dentro del Área del Proyecto, debido al uso de equipo y maquinaria por nivelaciones, excavaciones, compactación, y la construcción de cualquier elemento de obra civil como cimentaciones, alcantarillas y drenajes menores así como el montaje de las turbinas de viento.
Código asignado	FQ6

Valoración:

Criterio	Valor asignado	Comentarios
Importancia	2	
Magnitud	-1	
Permanencia	2	
Reversibilidad	2	
Acumulación	3	Se considera acumulativo porque ahuyenta a algunas especies de fauna silvestre de sus áreas de distribución.

Impacto Ambiental No.: 7	**Cambios en los patrones hidrológicos del sitio**
Factor ambiental impactado:	Hidrología superficial
Actividades causantes:	Nivelación y compactación de terreno para caminos interiores Nivelación y compactación de terreno para subestación eléctrica Nivelación y compactación de terreno para plataformas de montaje Excavación para cimentación de los aerogeneradores Excavación de zanjas para la red subterránea Construcción de caminos interiores Construcción de alcantarillas y obras de drenaje pluvial
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	Al construir la infraestructura permanente del parque, tal como caminos interiores, plataformas e instalaciones auxiliares, se modificará la hidrología superficial actual del sitio, toda vez que el proyecto se encuentra en una zona donde existen escurrimientos temporales que conducen aguas de avenidas y que confluyen en el río Cazaderos. Las diferentes actividades de construcción, pero principalmente la nivelación y compactación del terreno para la construcción de caminos interiores, plataformas de montaje y subestación eléctrica, así como las excavaciones para las zanjas de la red subterránea y para la cimentación de los aerogeneradores, además del potencial desvío temporal de flujo de agua de escorrentías para la construcción de alcantarillas y drenajes pluviales, pueden modificar temporalmente los patrones de escurrimientos superficiales naturales dentro del Área del Proyecto, ya sea producto de la erosión del suelo, u obstrucciones por movimientos de tierras en general y cambios en la topografía.
Código asignado	FQ7

Valoración:

Criterio	Valor asignado	Comentarios
Importancia	2	Cualquier modificación de los patrones de drenaje superficial quedaría restringido al polígono del Área del Proyecto. De cualquier manera se ha considerado de importancia a nivel del SA del proyecto
Magnitud	-2	
Permanencia	3	
Reversibilidad	2	
Acumulación	2	

Impacto Ambiental No.: 8	**Afectación de la calidad del agua superficial**
Factor ambiental impactado:	Calidad del agua superficial
Actividades causantes:	Instalación de almacenes y oficinas temporales Construcción de alcantarillas y obras de drenaje pluvial Uso de equipo y maquinaria
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	La instalación y uso de oficinas de obra e instalaciones temporales podrán afectar eventualmente la calidad del agua de escurrimientos superficiales debido a descargas de agua por el uso sanitario. Adicionalmente todas las actividades relacionadas con la construcción de alcantarillas, y drenajes pluviales podrían afectar la calidad de los escurrimientos superficiales temporales (dentro del polígono del proyecto no existe ninguna corriente de agua perene) que desembocan en el río Cazaderos, ya sea debido al vertimiento voluntario o por descuido de materiales o residuos por parte de trabajadores de la construcción.
Código asignado	FQ8

Valoración:

Criterio	Valor asignado	Comentarios
Importancia	2	
Magnitud	-1	
Permanencia	2	
Reversibilidad	2	
Acumulación	3	Dependiendo de las sustancia y de la magnitud de un derrame, éste podría tener una incidencia en la salud del ecosistema.

Impacto Ambiental No.: 9		**Disminución del área-volumen de infiltración**
Factor ambiental impactado:		Área-volumen de infiltración
Actividades causantes:		Construcción de subestación eléctrica Cimentación de los aerogeneradores
Tipo de impacto:		Adverso
Descripción:		Por la cimentación de los aerogeneradores y la subestaciones, habrá una disminución del área-volumen de infiltración. Como consecuencia, se perderán 4.25 hectáreas de superficie disponible para la captación de aguas pluviales. Esta superficie representa únicamente el 0.35% de la superficie del Área del Proyecto.
Código asignado		FQ9
Valoración:		
Criterio	**Valor asignado**	**Comentarios**
Importancia	1	
Magnitud	-1	Dado que no habrá aprovechamiento alguno de la precipitación pluvial, el agua que no sea infiltrada en las zonas ocupadas por algún tipo de infraestructura, escurrirá hacia zonas permeables donde podrá ser infiltrada o conducida a través de los escurrimientos superficiales.
Permanencia	3	
Reversibilidad	2	
Acumulación	2	

Impacto Ambiental No.: 10	**Demanda de agua cruda y potable**
Factor ambiental impactado:	Disponibilidad de agua (cruda y potable)
Actividades causantes:	Instalación de oficinas temporales Nivelación y compactación de terreno para caminos interiores Nivelación y compactación de terreno para subestación eléctrica Nivelación y compactación de terreno para plataformas de montaje Construcción de caminos interiores Construcción de subestación eléctrica Cimentación de aerogeneradores Construcción de alcantarillas y obras de drenaje pluvial
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	Se demandará agua cruda para las actividades de construcción en general, especialmente para la compactación del terreno para la formación de plataformas de montaje y subestación eléctrica, así como para el riego frecuente durante la construcción de los caminos interiores. En cuanto a la obra civil, la cantidad de agua cruda por utilizar será mínima, toda vez que el concreto que se usará será premezclado. También se tendrá demanda de agua potable para consumo y aseo de los trabajadores.
Código asignado	FQ10

Valoración:

Criterio	Valor asignado	Comentarios
Importancia	2	
Magnitud	-1	
Permanencia	2	
Reversibilidad	1	
Acumulación	3	Se considera acumulativo porque el agua es el elemento fundamental para el sostenimiento de los ecosistemas.

Impacto Ambiental No.: 11		**Pérdida de cobertura vegetal**
Factor ambiental impactado:		Abundancia de individuos vegetales
Actividades causantes:		Desmonte Despalme
Tipo de impacto:		Adverso
Descripción:		Las actividades de desmonte y despalme afectarán la abundancia de individuos vegetales. La superficie de afectación será de 18.5 hectáreas de Selva Baja Caducifolia, considerada como vegetación forestal.
Código asignado		BE1
Valoración:		
Criterio	**Valor asignado**	**Comentarios**
Importancia	2	
Magnitud	-3	
Permanencia	3	
Reversibilidad	2	
Acumulación	3	Es acumulativo porque la pérdida de cobertura vegetal trae consigo una reducción en la disponibilidad de hábitat para fauna, y disminución en la calidad de los servicios ambientales que brinda la cobertura vegetal. Adicionalmente, la disminución de la cobertura vegetal a nivel del SA por la instalación de infraestructura eléctrica, es también considerada como un impacto acumulativo, por el desarrollo de otros desarrollos eólicos, incluyendo la Central Eólica Cerro Iguana II.

Impacto Ambiental No.: 12	**Afectación a la abundancia de fauna**
Factor ambiental impactado:	Abundancia de individuos de fauna
Actividades causantes:	Desmonte Despalme Nivelación y compactación de terreno para caminos interiores Nivelación y compactación de terreno para subestación eléctrica Nivelación y compactación de terreno para plataformas de montaje Excavación para cimentación de los aerogeneradores Excavación de zanjas para la red subterránea Uso de equipo y maquinaria
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	Si bien las obras prácticamente no generan afectación directa a la fauna (muerte de individuos), sí lo hacen de manera indirecta, ya que las actividades de desmonte y despalme traen como consecuencia la pérdida de hábitat, y las actividades de nivelación, compactación y excavaciones promueven su desplazamiento por la perturbación. Por tanto, se espera una disminución temporal en la abundancia de distintas especies de fauna, al interior del Área del Proyecto.
Código asignado	BE2

Valoración:

Criterio	Valor asignado	Comentarios
Importancia	2	Aun cuando se espera que la disminución temporal en la abundancia ocurra exclusivamente a nivel del Área del Proyecto, se ha considerado en esta evaluación que su importancia podría ser de importancia a nivel del SA.
Magnitud	-2	
Permanencia	2	
Reversibilidad	2	
Acumulación	2	

Impacto Ambiental No.: 13	**Afectación a la riqueza de especies de fauna**
Factor ambiental impactado:	Riqueza de especies de fauna (número de especies)
Actividades causantes:	Desmonte Despalme Nivelación y compactación de terreno para caminos interiores Nivelación y compactación de terreno para subestación eléctrica Nivelación y compactación de terreno para plataformas de montaje Excavación para cimentación de los aerogeneradores Excavación de zanjas para la red subterránea Uso de equipo y maquinaria
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	Con la remoción de la cubierta vegetal y como consecuencia del uso de equipo y maquinaria en las distintas actividades constructivas del proyecto, habrá tanto pérdida de hábitat y una probable disminución de recursos, como un aumento en la perturbación antropogénica, con relación a las condiciones actuales. Con ello es probable que disminuya la riqueza de especies durante la preparación del sitio y construcción del proyecto, no asociada con la ocurrencia de extinciones locales, sino por su desplazamiento hacia zonas libres de perturbación.
Código asignado	BE3

Valoración:

Criterio	Valor asignado	Comentarios
Importancia	2	No se considera la posibilidad de tener extinciones locales de ninguna de las especies registradas en el SA del proyecto.
Magnitud	-1	Podría llegar a disminuir la riqueza dentro del SA durante la etapa de construcción, pero exclusivamente como consecuencia de su desplazamiento a otras áreas libres de perturbación.
Permanencia	2	
Reversibilidad	2	
Acumulación	3	Aun cuando no habrá extinciones locales, la pérdida de una especie no debe verse como un evento aislado, ya que con ello pueden desaparecer interacciones ecológicas determinantes para el buen funcionamiento del ecosistema. Es importante considerar a este impacto como acumulativo, ya que en el contexto del SA existen diversos factores que podrían incidir en la riqueza de especies de fauna, tales como el desarrollo de actividades agropecuarias, o bien por otros parques eólicos, incluyendo a la Central Eólica Cerro Iguana II.

Impacto Ambiental No.: 14	**Pérdida de hábitat**
Factor ambiental impactado:	Hábitat disponible
Actividades causantes:	Desmonte Despalme
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	Las actividades de desmonte y despalme en el área del proyecto ocasionarán una reducción en el hábitat disponible para las especies de fauna. Esta pérdida será de mayor relevancia en las zonas de vegetación de selva baja caducifolia que predominan en el Área del proyecto —con relación a los otros usos identificados—, ya que estos sitios preservan mejores condiciones para la presencia de fauna silvestre.
Código asignado	BE4
Valoración:	

Criterio	Valor asignado	Comentarios
Importancia	2	Dentro del SA del proyecto
Magnitud	-1	La pérdida de hábitat será en una superficie de 18.5 hectáreas, que representan el 1.5% de la superficie total del Área del Proyecto, y el 2.14% de la superficie forestal que se encuentra actualmente al interior de esta misma poligonal.
Permanencia	3	
Reversibilidad	2	
Acumulación	3	La pérdida de hábitat puede haber una disminución en la diversidad de fauna, lo cual también puede incidir en otro tipo de interacciones ecológicas.

Impacto Ambiental No.: 15	**Uso adecuado del suelo**
Factor ambiental impactado:	Actividad económica
Actividades causantes:	Selección del sitio
Tipo de impacto:	Benéfico
Descripción:	La ubicación del proyecto se realizó considerando que en la región existe una gran disponibilidad de viento aprovechable para la generación de electricidad de acuerdo con el *Department of Energy* de la *National Renewable Energy Laboratory*, aunado a que no existen ordenamientos territoriales que contravengan al proyecto y sus actividades. Adicionalmente, los ejidatarios obtendrán ingresos derivados de la operación del proyecto eólico, al mismo tiempo que podrán continuar realizando las mismas actividades agropecuarias que desarrollan actualmente. Ello representa sin duda alguna un beneficio para los propietarios de las parcelas en el Área del Proyecto y es congruente con la vocación del uso de suelo en la región.
Código asignado	EO1
Valoración:	

Criterio	Valor asignado	Comentarios
Importancia	2	
Magnitud	1	
Permanencia	1	
Reversibilidad	1	
Acumulación	1	

Impacto Ambiental No.: 16	**Incremento en la economía local y regional**
Factor ambiental impactado:	Economía local y regional
Actividades causantes:	Consumo de insumos Uso de equipo y maquinaria En general todas las actividades de obra que requieren contratación de personal
Tipo de impacto:	Benéfico
Descripción:	La realización de estudios complementarios en campo para el desarrollo del proyecto ejecutivo, el consumo de insumos tales como materiales para la construcción y combustibles, la transportación de materiales, la renta de equipo y maquinaria, así como la prestación de bienes y servicios, además de la contratación de personal para ejecutar las diversas labores de construcción, favorecerán de manera temporal a la economía local y regional, particularmente a las poblaciones de Santo Domingo Ingenio, Unión Hidalgo, La Venta y Juchitán. Asimismo, desde antes de la preparación del sitio y construcción, se le ha pagado una renta mensual a los ejidatarios que arrendan sus terrenos para la construcción del parque.
Código asignado	EO2

Valoración:

Criterio	Valor asignado	Comentarios
Importancia	3	
Magnitud	2	
Permanencia	2	
Reversibilidad	1	
Acumulación	1	

Impacto Ambiental No.: 17	**Generación de empleos**
Factor ambiental impactado:	Empleo
Actividades causantes:	En general todas las actividades de obra que requieren contratación de personal, desde el desmonte y despalme hasta el montaje de los aerogeneradores.
Tipo de impacto:	Benéfico
Descripción:	Creación de empleos temporales directos e indirectos en el ramo de la construcción para mano de obra profesional, técnica, calificada y no calificada. Durante esta etapa se crearán empleos temporales principalmente para los habitantes del municipio de Santo Domingo Ingenio, para mano de obra, supervisión, consultoría y actividades administrativas.
Código asignado	EO3
Valoración:	

Criterio	Valor asignado	Comentarios
Importancia	3	
Magnitud	1	
Permanencia	2	
Reversibilidad	1	
Acumulación	1	

Impacto Ambiental No.: 18		**Afectación a la salud pública**
Factor ambiental impactado:		Salud pública
Actividades causantes:		Instalación de almacenes y oficinas temporales Uso de equipo y maquinaria
Tipo de impacto:		Adverso
Descripción:		En caso de que no existan medidas de control y manejo, se podría afectar la salud pública por la generación de residuos sólidos, hidrosanitarios y peligrosos, así como por las emisiones a la atmósfera provenientes del uso de maquinaria, equipo y vehículos.
Código asignado		SC1
Valoración:		
Criterio	**Valor asignado**	**Comentarios**
Importancia	2	La salud pública es sumamente importante para cualquier nación, sin embargo los alances de afectación del proyecto serían apenas sensibles a nivel del SA.
Magnitud	0	No se espera una afectación a la salud pública ya que el proyecto contempla como parte integral del mismo, medidas específicas para el adecuado manejo, almacenaje, recolección y disposición de los diferentes tipos de residuos, así como su supervisión constante.
Permanencia	2	
Reversibilidad	1	
Acumulación	1	

Impacto Ambiental No.: 19	**Afectación a la calidad de vida**
Factor ambiental impactado:	Calidad de vida
Actividades causantes:	Transporte de materiales y elementos de aerogeneradores Uso de equipo y maquinaria
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	El transporte y manejo de materiales y elementos de los aerogeneradores, así como los desvíos vehiculares que, en su caso sea necesario realizar para la ejecución de las obras, tendrán una incidencia directa sobre el tráfico vehicular de las carreteras de acceso, especialmente en la carretera federal 200, en el tramo de La Venta – Santo Domingo Ingenio Los pobladores de Santo Domingo Ingenio y de manera específica, los ejidatarios de las parcelas que forman parte del Área del Proyecto, serán los principales afectados por las incomodidades y molestias que generan las obras, tales como polvos, ruido, y dificultades de acceso, que pudieran incluso llegar a interferir con las actividades productivas de los particulares de manera temporal. Es importante mencionar que en las inmediaciones del polígono únicamente hay 16 cabañas, de las cuales 12 se encuentran habitadas o en uso.
Código asignado	SC2
Valoración:	

Criterio	Valor asignado	Comentarios
Importancia	3	
Magnitud	-1	
Permanencia	2	
Reversibilidad	1	
Acumulación	1	

Impacto Ambiental No.: 20	**Afectación a las cualidades estéticas paisajísticas**
Factor ambiental impactado:	Cualidades estéticas paisajísticas
Actividades causantes:	Desmonte Despalme Instalación de almacenes y oficinas temporales Nivelación y compactación de terreno para caminos interiores Nivelación y compactación de terreno para subestación eléctrica Nivelación y compactación de terreno para plataformas de montaje Excavación para cimentación de los aerogeneradores Excavación de zanjas para la red subterránea Construcción de caminos interiores Construcción de subestación eléctrica Cimentación de los aerogeneradores Transporte de materiales y elementos de los aerogeneradores Armado y montaje de los aerogeneradores Uso de equipo y maquinaria
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	Durante casi todas las actividades de preparación del sitio y construcción se afectará el entorno visual y por tanto el paisaje. La generación de residuos sólidos, si no se cuenta con un manejo adecuado de éstos también tendrá un efecto negativo sobre el paisaje.
Código asignado	SC3

Valoración:

Criterio	Valor asignado	Comentarios
Importancia	2	Las actividades de construcción del proyecto sólo serán visibles dentro del Área del Proyecto
Magnitud	-1	
Permanencia	2	Los elementos calificados pertenecen exclusivamente a la etapa de construcción
Reversibilidad	1	
Acumulación	3	En el contexto del SA que acoge al proyecto, la afectación del paisaje debe entenderse como un impacto acumulativo, ya que forzosamente involucra las actividades constructivas y el emplazamiento de infraestructura de otros desarrollo eólicos, tal como la Central Eólica Cerro Iguana II); la cual se ubicará en predios contiguos al presente proyecto.

Operación y Mantenimiento

Impacto Ambiental No.: 21	**Afectación de la calidad del suelo**
Factor ambiental impactado:	Calidad del suelo
Actividades causantes:	Operación del proyecto eólico Consumo de insumos (lubricantes, combustibles, etc.)
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	Durante la operación del proyecto eólico se generarán residuos peligrosos, tales como aceites y lubricantes producto del mantenimiento de las turbinas de viento, los cuales serán controlados y almacenados en contenedores y lugares específicos, para su posterior disposición final. Se estiman los siguientes volúmenes de generación de residuos peligrosos durante la operación anual: • Papel y trapos impregnados con solventes: 1.37 ton • Papel y trapos impregnados con aceites lubricantes: 0.71 ton • Grasas (industrial y mineral): 2.16 ton • Aceites (mineral, hidráulico y sintético): 4.37 ton
Código asignado (RIAM):	FQ11

Valoración (RIAM):

Criterio	Valor asignado	Comentarios
Importancia	1	
Magnitud	-1	Por los volúmenes generados y las medidas específicas de manejo y disposición de los residuos peligrosos, no se considera la posibilidad de tener un derrame considerable.
Permanencia	2	
Reversibilidad	2	
Acumulación	2	

Impacto Ambiental No.: 22	**Preservación de la calidad del aire**
Factor ambiental impactado:	Calidad del aire
Actividades causantes:	Operación del proyecto eólico
Tipo de impacto:	Benéfico
Descripción:	Durante la etapa de operación y mantenimiento no se contempla la generación de emisiones contaminantes ya que éstas se generan principalmente por la combustión de combustibles fósiles. Por tratarse de la operación de una planta eoloeléctrica no habrá ningún tipo de emisiones a la atmósfera. La operación del proyecto "Central Eólica Cerro Iguana I" contribuirá a reducir la dependencia de combustibles fósiles para la generación de electricidad, así como evitar los niveles de emisiones contaminantes asociados al uso de éstos. Por lo cual se considera un impacto benéfico para la calidad del aire.
Código asignado (RIAM):	FQ12
Valoración (RIAM):	

Criterio	Valor asignado	Comentarios
Importancia	3	
Magnitud	1	
Permanencia	3	
Reversibilidad	1	
Acumulación	1	

Impacto Ambiental No.: 23	**Afectación por ruido**
Factor ambiental impactado:	Confort sonoro
Actividades causantes:	Operación del proyecto eólico
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	La operación de las palas de los aerogeneradores podría incrementar los niveles de ruido en el Área del Proyecto, y causar una modificación al confort sonoro para los ejidatarios durante sus jornales de trabajo, e incluso para los habitantes de las 12 cabañas ubicadas en las inmediaciones del polígono del proyecto. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que el ruido de los aerogeneradores consiste en frecuencias bajas infrasónicas, es decir, aquellas que se encuentran por debajo del espectro audible de los humanos, y también que el diseño del proyecto consideró una zona de restricción para la ubicación de aerogeneradores de al menos 250 m entre las cabañas y la turbina de viento más próxima. De cualquier manera, se espera que los niveles de ruido durante la operación del proyecto no rebasen los límites máximos permitidos para fuentes fijas, de acuerdo a lo que establece la NOM-081-SEMARNAT-2013 tanto para el horario diurno como para el nocturno.
Código asignado (RIAM):	FQ13
Valoración (RIAM):	

Criterio	Valor asignado	Comentarios
Importancia	2	
Magnitud	-1	
Permanencia	3	Permanente durante la operación del proyecto eólico.
Reversibilidad	2	
Acumulación	2	

Impacto Ambiental No.: 24	**Afectación a la abundancia de especies de fauna**
Factor ambiental impactado:	Abundancia de especies de fauna (aves y murciélagos)
Actividades causantes:	Operación del proyecto eólico
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	Los parques eoloeléctricos constituyen una alternativa que permite reducir la dependencia de recursos no renovables como los combustibles fósiles para la generación de electricidad, lo cual además evita la emisión de gases con efecto invernadero, responsables del cambio climático global. Sin embargo, con la operación de éste al igual que el resto de los proyectos eólicos, es probable que existan colisiones de aves y murciélagos contra la infraestructura instalada, pudiendo afectar la abundancia de las poblaciones a escala local. En este sentido, resultan de particular preocupación las especies que se encuentran enlistadas en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, y las que presentan áreas de distribución restringida o las consideradas endémicas. Para determinar el potencial riesgo para las poblaciones de aves por la operación del proyecto eólico, se deberá realizar un estudio que incluya la modelación del riesgo de colisión contra la infraestructura instalada, el cual deberá incluir una etapa previa a la construcción y posteriormente durante la operación del proyecto.
Código asignado (RIAM):	BE5

Valoración (RIAM):

Criterio	Valor asignado	Comentarios
Importancia	3	
Magnitud	-2	
Permanencia	3	
Reversibilidad	1	
Acumulación	3	Se considera acumulativo por la presencia de otros desarrollos eólicos en la región, incluyendo la Central Eólica Cerro Iguana II, así como por la cacería no reglamentada y por las actividades productivas que inciden en la cantidad y calidad del hábitat para muchas especies.

Impacto Ambiental No.: 25	**Afectación a la riqueza de especies de fauna**	
Factor ambiental impactado:	Riqueza de especies de fauna (número de especies)	
Actividades causantes:	Operación del proyecto eólico	
Tipo de impacto:	Adverso	
Descripción:	Con la operación de la Central Eólica se prevén colisiones de aves y murciélagos contra la infraestructura instalada (principalmente contra las turbinas de viento y los cables que sujetan a las antenas anemométricas), pudiendo afectar la abundancia de las poblaciones a escala local pero no a la riqueza de especies, ya que no se espera la extinción local de ninguna de las especies registradas actualmente con los inventarios realizados en campo.	
Código asignado (RIAM):	BE6	
Valoración (RIAM):		
Criterio	**Valor asignado**	**Comentarios**
Importancia	4	
Magnitud	0	No se contempla la extinción local de ninguna especie.
Permanencia	3	
Reversibilidad	3	
Acumulación	3	Es acumulativo porque en la región existen distintas actividades productivas, extractivas y de generación eoloeléctrica que ponen en riesgo la permanencia a escala local de algunas especies.

Impacto Ambiental No.: 26	**Incremento en la economía local y regional**
Factor ambiental impactado:	Economía local y regional
Actividades causantes:	Operación y mantenimiento de los caminos interiores Operación y mantenimiento del proyecto eólico Consumo de insumos (lubricantes, combustibles, etc.)
Tipo de impacto:	Benéfico
Descripción:	Es indudable que la operación del proyecto eólico tendrá un impacto positivo de carácter permanente en lo relacionado a los aspectos socioeconómicos a escala regional, ya que la infraestructura y el personal operativo demandarán servicios y productos comercializados en la región Además, el arrendamiento de las parcelas —que continuarán con sus actividades agropecuarias— y la generación de electricidad conferirán dividendos económicos para los propietarios de las mismas, activando la economía local que actualmente se ha visto disminuida con el cierre del ingenio de Santo Domingo.
Código asignado (RIAM):	EO4
Valoración (RIAM):	

Criterio	Valor asignado	Comentarios
Importancia	3	
Magnitud	1	
Permanencia	3	
Reversibilidad	1	
Acumulación	1	

Impacto Ambiental No.: 27	**Generación de empleos**
Factor ambiental impactado:	Empleo
Actividades causantes:	Operación y mantenimiento de los caminos interiores Operación y mantenimiento del proyecto eólico
Tipo de impacto:	Benéfico
Descripción:	En el ámbito del empleo, de manera directa se requerirá de personal de carácter fijo para la operación del proyecto eólico, incluyendo a su subestación eléctrica. Además de los empleos que se generarán por las actividades periódicas de mantenimiento a la infraestructura eléctrica y a los caminos interiores del proyecto.
Código asignado (RIAM):	EO5
Valoración (RIAM):	

Criterio	Valor asignado	Comentarios
Importancia	2	
Magnitud	1	
Permanencia	3	
Reversibilidad	1	
Acumulación	1	

Impacto Ambiental No.: 28	**Afectación a las cualidades estéticas paisajísticas**
Factor ambiental impactado:	Cualidades estéticas paisajísticas
Actividades causantes:	Operación y mantenimiento del proyecto eólico
Tipo de impacto:	Adverso
Descripción:	El paisaje natural del sitio se verá modificado por la presencia de los aerogeneradores y la subestación eléctrica; ello se considera un impacto negativo y residual en el contexto del SA. Cabe aclarar que este atributo es subjetivo ya que depende de la percepción de las personas y del número de observadores. La generación de residuos, si no se cuenta con un manejo adecuado, también tendrá un efecto negativo sobre las cualidades estético paisajísticas.
Código asignado (RIAM):	SC4

Valoración (RIAM):

Criterio	Valor asignado	Comentarios
Importancia	2	
Magnitud	-2	
Permanencia	3	
Reversibilidad	1	
Acumulación	3	Se considera acumulativo por la presencia de otros desarrollos eólicos en la región, incluyendo a la Central Eólica Cerro Iguana II; misma que será ubicada en predios contiguos.

V.2.3 Evaluación global de los impactos encontrados

Una vez identificados y caracterizados los impactos ambientales derivados de las distintas obras y actividades que componen al proyecto "Central Eólica Cerro Iguana I", tanto en la etapa de Preparación del Sitio y Construcción, como en la etapa de Operación y Mantenimiento, se estuvo en condiciones de llevar a cabo su evaluación mediante el método de RIAM, utilizando los criterios establecidos en el apartado V.1.3 de este mismo capítulo.

V.2.3.1 Preparación del Sitio y Construcción

Descripción

Esta etapa durará 39 meses —como se puede observar en el cronograma de obra del Capítulo II de este estudio y en el **Anexo 10**—, en los cuales se desarrollarán las siguientes actividades:

- Diseño ejecutivo del proyecto
- Obtención de autorizaciones y licencias
- Desmonte (caminos interiores, plataformas, subestación, etc.)
- Despalme (caminos interiores, plataformas, subestación, etc.)
- Instalación de almacenes y oficinas temporales
- Nivelación y compactación de terreno para caminos interiores
- Nivelación y compactación de terreno para subestación eléctrica
- Nivelación y compactación de terreno para plataformas de montaje
- Excavaciones para cimentación de los aerogeneradores
- Excavación de zanjas para la instalación de red subterránea
- Tendido de cables de red subterránea y relleno de zanjas
- Construcción de caminos interiores
- Construcción de subestación eléctrica e instalaciones auxiliares
- Cimentación de los aerogeneradores
- Construcción de alcantarillas y obras de drenaje pluvial
- Conexión de la red subterránea con la subestación eléctrica
- Transporte de materiales y elementos de los aerogeneradores
- Armado y montaje de aerogeneradores
- Uso de equipo y maquinaria

- Consumo de insumos (materiales para construcción, combustibles, etc.)

Componentes (impactos ambientales identificados)

FQ1 - Modificación de topografía y morfología del sitio

FQ2 - Afectación de la calidad del suelo

FQ3 - Afectación de la capa edáfica

FQ4 - Incremento en el grado de erosión

FQ5 - Afectación de la calidad del aire

FQ6 - Afectación por ruido

FQ7 - Cambios en los patrones hidrológicos del sitio

FQ8 - Afectación de la calidad del agua superficial

FQ9 - Disminución del área-volumen de infiltración

FQ10 - Demanda de agua cruda y potable

BE1 - Pérdida de cobertura vegetal

BE2 - Afectación a la abundancia de especies de fauna

BE3 - Afectación a la riqueza de especies de fauna

BE4 - Pérdida de hábitat

EO1 - Uso adecuado del suelo

EO2 - Incremento en la economía local y regional

EO3 - Generación de empleos

SC1 - Afectación a la salud pública

SC2 - Afectación a la calidad de vida

SC3 -Afectación a las cualidades estéticas - paisajísticas

Matrices de evaluación y resultados: Preparación del sitio y Construcción

Componentes Físico y Químicos (FQ)

No.	Código	Impactos identificados	ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
1	FQ1	Modificación de topografía y morfología del sitio	-6	**-A**	1	-1	3	2	1
2	FQ2	Afectación de la calidad del suelo	-6	**-A**	1	-2	2	2	2
3	FQ3	Afectación de la capa edáfica	-14	**-B**	1	-2	3	2	2
4	FQ4	Incremento en el grado de erosión	-32	**-C**	2	-2	3	2	3
5	FQ5	Afectación de la calidad del aire	-24	**-C**	2	-2	2	2	2
6	FQ6	Afectación por ruido	-14	**-B**	2	-1	2	2	3
7	FQ7	Cambios en los patrones hidrológicos del sitio	-28	**-C**	2	-2	3	2	2
8	FQ8	Afectación de la calidad del agua superficial	-14	**-B**	2	-1	2	2	3
9	FQ9	Disminución del área-volumen de infiltración	-7	**-A**	1	-1	3	2	2
10	FQ10	Demanda de agua cruda y potable	-12	**-B**	2	-1	2	1	3

Componentes Biológico y Ecológicos (BE)

No.	Código	Impactos identificados	ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
11	BE1	Pérdida de cobertura vegetal	-48	**-D**	2	-3	3	2	3
12	BE2	Afectación a la abundancia de fauna	-24	**-C**	2	-2	2	2	2
13	BE3	Afectación a la riqueza de especies de fauna	-14	**-B**	2	-1	2	2	3
14	BE4	Pérdida de hábitat	-16	**-B**	2	-1	3	2	3

Componentes Económico y Operacionales (EO)

No.	Código	Impactos identificados	ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
15	EO1	Uso adecuado del suelo	6	**A**	2	1	1	1	1
16	EO2	Incremento en la economía local y regional	24	**C**	3	2	2	1	1
17	EO3	Generación de empleos	12	**B**	3	1	2	1	1

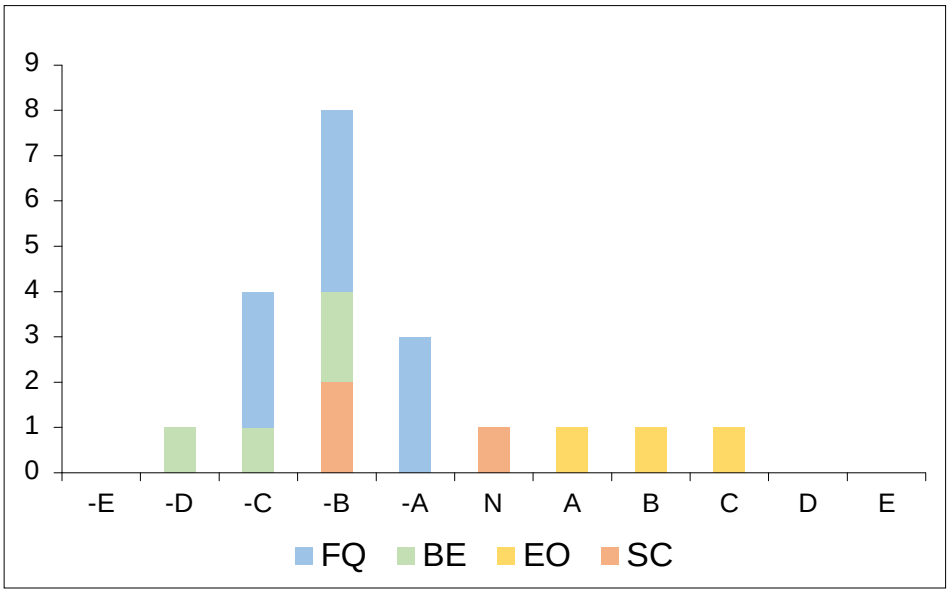
Componentes Sociológico y Culturales (SC)

No.	Código	Impactos identificados	ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
18	SC1	Afectación a la salud pública	0	**N**	2	0	2	1	1
19	SC2	Afectación a la calidad de vida	-12	**-B**	3	-1	2	1	1
20	SC3	Afectación a las cualidades estéticas - paisajísticas	-12	**-B**	2	-1	2	1	3

Resumen de puntaje: Preparación del sitio y Construcción

Clase (RB)	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
FQ	0	0	3	4	3	0	0	0	0	0	0
BE	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0
EO	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
SC	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0
Total	***0***	***1***	***4***	***8***	***3***	***1***	***1***	***1***	***1***	***0***	***0***

Histogramas: Preparación del sitio y Construcción



V.2.3.2 Operación y Mantenimiento

Descripción

Esta etapa incluye las siguientes actividades:

- Operación y mantenimiento de los caminos interiores
- Operación y mantenimiento del proyecto eólico (aerogeneradores, subestación)
- Consumo de insumos (lubricantes para aerogeneradores, etc.)

Como actividades indirectas generadas por las anteriores se consideran:

- Generación de residuos sólidos
- Generación de residuos líquidos
- Generación de residuos peligrosos

Componentes (impactos detectados)

FQ11 – Afectación de la calidad del suelo

FQ12 – Preservación de la calidad del aire

FQ13 – Afectación por ruido

BE5 - Afectación a la abundancia de especies de fauna (aves y murciélagos)

BE6 - Afectación a la riqueza de especies de fauna

EO4 - Incremento en la economía local y regional

EO5 - Generación de empleos

SC4 - Afectación a las cualidades estéticas - paisajísticas

Matrices de evaluación y resultados: Operación y Mantenimiento

Componentes Físico y Químicos (FQ)

No.	Código	Impactos identificados	ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
21	FQ11	Afectación de la calidad del suelo	-6	**-A**	1	-1	2	2	2
22	FQ12	Preservación de la calidad del aire	15	**B**	3	1	3	1	1
23	FQ13	Afectación por ruido	-14	**-B**	2	-1	3	2	2

Componentes Biológico y Ecológicos (BE)

No.	Código	Impactos identificados	ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
24	BE5	Afectación a la abundancia de especies de fauna	-42	**-D**	3	-2	3	1	3
25	BE6	Afectación a la riqueza de especies de fauna	0	**N**	4	0	3	3	3

Componentes Económico y Operacionales (EO)

No.	Código	Impactos identificados	ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
26	EO4	Incremento en la economía local y regional	15	**B**	3	1	3	1	1
27	EO5	Generación de empleos	10	**B**	2	1	3	1	1

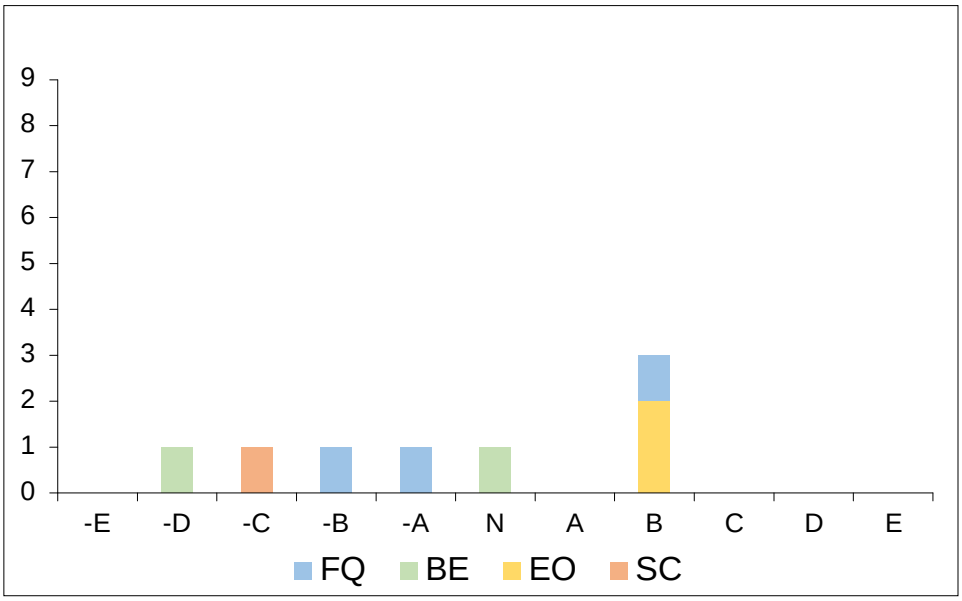
Componentes Sociológico y Culturales (SC)

No.	Código	Impactos identificados	ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
28	SC4	Afectación a las cualidades estéticas - paisajísticas	-28	**-C**	2	-2	3	1	3

Resumen de puntaje: Operación y Mantenimiento

Clase (RB)	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
FQ	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0
BE	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
EO	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
SC	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	***0***	***1***	***1***	***1***	***1***	***1***	***0***	***3***	***0***	***0***	***0***

Histogramas: Operación y Mantenimiento



V.2.3.3 Discusión de resultados

Como resultado de la evaluación de los impactos ambientales (obtenidos mediante el RIAM) del proyecto "Central Eólica Cerro Iguana I", se puede observar, en primera instancia, que para la etapa de Preparación del Sitio y Construcción se identificaron 20 impactos ambientales potenciales adversos o benéficos, a factores ambientales por acciones del proyecto, y 8 para la etapa de Operación y Mantenimiento.

De acuerdo a la escala de valores propuesta por la misma metodología, la etapa del proyecto con el mayor número de impactos negativos es la de Preparación del Sitio y Construcción, destacando en primer término el alto impacto negativo a la pérdida de la cobertura vegetal. Para la construcción del proyecto será necesario el desmonte de 18.5 hectáreas de selva baja caducifolia para el desplante de los distintos elementos del proyecto. La pérdida de la cubierta vegetal producto del desmonte en los sitios donde se abrirán los caminos interiores y aquellos en donde se establecerán las plataformas de montaje y almacenaje temporal de aerogeneradores, así como la subestación eléctrica, resultó ser un impacto negativo clasificado como altamente significativo (-D).

Entre los impactos negativos considerados significativos (-C), se identificó a la afectación de la calidad del aire por las emisiones de contaminantes a la atmósfera debido al uso de equipo y maquinaria durante la construcción, y por la dispersión de polvos que son producto del despalme, de los movimientos de tierra y del transporte de materiales sobre los caminos de terracería. Asimismo, resultaron significativos el incremento en el grado de erosión, la posible variación en los patrones de escurrimientos superficiales debido a la construcción de la infraestructura del proyecto.

De igual magnitud (-C) resultó la potencial afectación a la abundancia de individuos de distintas especies de fauna silvestre, siendo las actividades más impactantes el desmonte y el despalme, así como el ruido generado por el uso de equipo y maquinaria durante las obras, el cual ahuyentará de manera temporal a distintas especies de vertebrados.

Como impactos negativos (-B) resultaron: el retiro de la capa edáfica —en los sitios donde se ubicarán los nuevos caminos interiores, subestación eléctrica, plataformas de montaje y cimentaciones de aerogeneradores—, la modificación al confort sonoro por el ruido ocasionado por las actividades de obra, la potencial afectación a la calidad del agua en los escurrimientos superficiales temporales, y el incremento en la demanda de agua cruda y potable para la construcción de la infraestructura del proyecto. Adicionalmente, la pérdida de hábitat para fauna silvestre por el desmonte y despalme, y la afectación temporal a la riqueza de especies de vertebrados que pudieran ahuyentarse del polígono del proyecto por las distintas actividades de obra, así como las afectaciones a la calidad de vida de los habitantes de los núcleos poblacionales cercanos al área del proyecto, y la modificación del paisaje durante las obras, fueron también considerados como impactos negativos (-B).

Las afectaciones a la morfología actual del sitio; la afectación a la calidad del suelo por generación de residuos peligrosos como aceites lubricantes gastados y material impregnado provenientes del mantenimiento de la maquinaria, así como la disminución del área de infiltración, fueron valorados como bajos impactos negativos (-A), mientras que la potencial afectación de la salud pública, principalmente por la generación de residuos, fue calificada como un impacto en el cual no habrá una variación del *status quo*, es decir, del estado inicial de este atributo del ambiente previo al desarrollo del proyecto.

En los componentes económicos, el resultado del análisis mediante el RIAM fue de tres impactos positivos durante esta etapa del proyecto. Uno de ellos considerado como impacto positivo significativo (C) es el incremento en la economía local y regional por la realización de estudios complementarios en campo para el desarrollo del proyecto ejecutivo, el consumo de insumos tales como materiales para la construcción y combustibles, la transportación de materiales, la renta de equipo y maquinaria, así como la prestación de bienes y servicios asociados al desarrollo del proyecto, así como por el pago efectuado de manera directa a los propietarios de los predios por concepto de arrendamiento. Adicionalmente, la generación de empleos temporales directos e indirectos en el ramo de la construcción para mano de obra calificada y no calificada, supervisión, consultoría y administrativos fue considerado como un impacto positivo (B).

Como bajo impacto positivo (A) se consideró el uso adecuado del suelo, conforme a la vocación natural de la zona y sin contravenir planes de desarrollo ni otros ordenamientos jurídicos o ambientales aplicables al proyecto y a la región donde se plantea su emplazamiento.

En la etapa de Operación y Mantenimiento, se ha calificado como alto impacto negativo (-D) a la potencial afectación en la abundancia de especies de fauna silvestre, en específico, a las especies de aves y murciélagos que se distribuyen en el área del proyecto de manera temporal (especies migratorias) o durante todo el año (especies residentes). Este impacto considera la disminución en la abundancia, es decir, la pérdida de individuos de diferentes especies (no así de especies) como consecuencia del riesgo de colisión contra las turbinas de viento que serán instaladas.

Si bien la operación de los desarrollos eólicos representa un factor de riesgo para las aves y murciélagos que utilizan o cruzan las áreas en las que se emplazan las turbinas de viento, su impacto potencial es difícilmente predecible *a priori*, ya que existen múltiples factores que interactúan de forma simultánea para la determinación de sus rutas de vuelo, tales como: la topografía del lugar, la dirección y la fuerza de los vientos locales, las condiciones climáticas (por ejemplo, los fenómenos de baja presión o la visibilidad reducida por neblina que pueden aumentar el riesgo de colisión), además de las características del diseño de los aerogeneradores y su ubicación. Adicionalmente, las tasas de colisión asociadas a un determinado parque eoloeléctrico estarán determinadas por características intrínsecas de las especies de aves y

murciélagos presentes, tales como su tamaño, las alturas de vuelo, el uso que hagan del espacio aéreo en el que se encuentra emplazado el desarrollo eólico, y a las fluctuaciones estacionales de dichas poblaciones, ya que algunas especies serán residentes permanentes y otras estarán presentes en la zona sólo durante una temporada específica del año (De Lucas *et al*. 2009).

De manera general, se ha determinado que los desarrollos eólicos ocasionan un número de muertes de aves y murciélagos mucho menor al que se encuentra asociado con otras actividades humanas. Por ejemplo, un estudio llevado a cabo recientemente por el Servicio de Vida Silvestre de Canadá, determinó que de los 186 millones de aves que mueren anualmente por distintas causas asociadas a las actividades humanas en dicho país, el 73% se debe a depredación por gatos domésticos, el 9% a las colisiones contra edificios y casas, el 8% por colisión o electrocución con líneas de transmisión eléctrica, y el 5% por colisión contra automóviles; del 10% restante atribuible a otras causas, la colisión contra desarrollos eólicos sería responsable de únicamente el 0.003% de las fatalidades estimadas (Calvert *et al.* 2013).

De igual manera, un estudio llevado a cabo por el Servicio Forestal de Estados Unidos reveló, que del total de aves que mueren anualmente en Estados Unidos (entre 500 millones y un billón) por causas antropogénicas, el 58.2% se debe a la colisión con edificios, el 13.7% a las líneas eléctricas, el 10.6% a la depredación por gatos, el 8.5% a colisiones contra automóviles, el 7.1% al uso de pesticidas, y tan sólo el 0.01% fue atribuible a la operación de los desarrollos eólicos (Erickson *et al.* 2005).

Tomando en consideración los párrafos anteriores, en la actualidad no es posible determinar la magnitud del impacto que tendrá la operación de este proyecto eólico en las comunidades de murciélagos y aves. Por ello, y aun cuando la potencial afectación a la abundancia de aves y murciélagos debe ser considerada como un impacto residual en el contexto del SA, se ha propuesto como una de las medidas de mitigación asociadas al proyecto, el desarrollo de un estudio de monitoreo que permita determinar la diversidad de aves y murciélagos residentes y migratorios que se distribuyen en la zona del proyecto y su estatus de protección conforme a la legislación nacional vigente, así como determinar el uso que están haciendo del área en donde se tiene contemplado el emplazamiento de las turbinas de viento. Esta información permitirá hacer una evaluación de los riesgos potenciales que la operación del proyecto tendrá sobre la

comunidad de aves y murciélagos del sitio, y de ser el caso, emitir las recomendaciones necesarias para prevenir y minimizar el impacto sobre estos grupos de vertebrados

Aunque se consideró que existe un impacto negativo significativo (-C) a las cualidades estéticas del paisaje, este atributo es una cuestión de percepción individual, que depende tanto del número de observadores como de su concepción del entorno. Por ejemplo, numerosos estudios en Dinamarca, Reino Unido, Alemania y los Países Bajos han revelado que la gente que vive cerca de aerogeneradores están generalmente más a favor de ellos que los habitantes de las ciudades (Danish Wind Industry Association 2003).

La afectación por ruido durante la operación del proyecto eólico fue calificada como un impacto negativo (-B). Sin embargo, considerando el ruido producido por la operación de los aerogeneradores presenta un alto componente en frecuencias infrasónicas (<1-2 kHz) que se encuentran por debajo del espectro audible de los humanos, y tomando en cuenta que la distancia a la que se ubican las viviendas más próximas es superior a 250 m con respeto a la turbina de viento más próxima, se ha previsto que no existirá afectación alguna a la calidad de vida de sus habitantes. De cualquier manera, los niveles de ruido durante la operación del proyecto no deberán rebasar los límites máximos permitidos para fuentes fijas, de acuerdo a lo que establece la NOM-081-SEMARNAT-2013.

Durante la operación del proyecto eólico se generarán residuos peligrosos, tales como aceites y lubricantes producto del mantenimiento de las turbinas de viento, los cuales serán controlados y almacenados en contenedores y lugares específicos, para su posterior disposición final. Sin embargo, de no existir un adecuado manejo, podría haber un derrame accidental que llevaría a la modificación de las propiedades químicas del suelo. Dada la magnitud de un evento de esta naturaleza y su limitada extensión, fue considerado como un bajo impacto negativo (-A).

La potencial afectación a la riqueza de especies de fauna, particularmente de aves y murciélagos que se distribuyen en el área del proyecto fue considerada como un impacto que no modificará el *status quo* (N) o la condición actual (sin proyecto) de este atributo ambiental. Ello dado que en este impacto se considera exclusivamente a la disminución en la riqueza de especies, es decir la desaparición de alguna de ellas, lo cual no se espera que ocurra con la operación del proyecto eólico, aun cuando se haya previsto y evaluado previamente, que puede haber una disminución

en la abundancia (número de individuos) como consecuencia de las colisiones contra las turbinas de viento que serán instaladas.

Se pondera en un valor positivo a la calidad del aire (B), toda vez que durante la operación del proyecto eólico se reducirá la dependencia de los combustibles fósiles, asimismo los niveles de emisiones contaminantes asociados al consumo de combustibles fósiles se reducirán en forma proporcional a la generación con energía eólica.

En los aspectos económico-operacionales, la operación y mantenimiento del proyecto "Central Eólica Cerro Iguana I" impactará de manera positiva (B) con la creación de empleos y al propiciar el incremento de flujo de capital en la región. En el ámbito del empleo, de manera directa se requerirá de personal de carácter fijo para la correcta operación del proyecto, además de los empleos que se generarán por los servicios adicionales propios del mantenimiento de caminos interiores, aerogeneradores, subestación eléctrica y torres de medición de viento. Adicionalmente, durante toda la vida útil del proyecto, los posesionarios de las parcelas ejidales recibirán una suma mensual por concepto del arrendamiento de los predios y un porcentaje determinado de las ganancias derivadas de la generación de energía eléctrica.

No obstante lo señalado en el párrafo anterior, es conveniente señalar que adicionalmente para los impactos de carácter social que se puedan generar dentro de las condiciones sociales y económicas en la comunidad y en el área de influencia del proyecto denominado Central Eólica Cerro Iguana I, a desarrollar por la empresa CENTRAL EOLICA DE MEXICO I S.A de C.V.; estos estudios se realizarán y desarrollarán de acuerdo a los lineamientos señalados por la SENER para el otorgamiento de permisos, autorizaciones o licencias.

Dentro de los parámetros de los estudios una de las tareas primordiales es identificar y evaluar los impactos sociales que pudieran generarse dentro de la comunidad anfitriona del proyecto así como en las zonas aledañas a este. Y con el fin de prevenir, mitigar y manejar los riesgos y posibles impactos la empresa CENTRAL EOLICA DE MEXICO I S.A de C.V. además de comprometerse a cumplir con las disposiciones oficiales en materia de impacto social para el sector energético, también adopta de manera voluntaria las directrices en función de las políticas de sostenibilidad ambiental y social reflejadas en las Normas de Desempeño de la Corporación Financiera Internacional (IFC) , todas ellas contenidas dentro de los Principios de Ecuador.

Conclusiones

Se reconoce que la mayoría de los impactos ambientales negativos a nivel del SA estarán restringidos a la etapa de Preparación del sitio y Construcción. Entre ellos se considera la afectación a la abundancia y riqueza de especies de vertebrados, la pérdida de vegetación, el incremento en el grado de erosión y la afectación a la capa edáfica debido a las actividades de desmonte, despalme, compactación y nivelación del terreno; la potencial afectación de los escurrimientos naturales; el incremento en los niveles de ruido por la operación de equipo y maquinaria; así como una modificación de las cualidades estético paisajísticas; y aunque el área afectada será mínima en comparación con la superficie del SA, se aplicarán las medidas de mitigación generales para los impactos ambientales poco significativos y regulados, así como de medidas específicas para los impactos que cobraron mayor significancia (descritas en el Capítulo VI) y que en algunos casos resultaron ser de tipo acumulativo por la interacción del proyecto con los atributos del entorno, o bien, por la presencia de otros desarrollos eólicos dentro del mismo SA, tal como ocurre con la Central Eólica Cerro Iguana II cuyo emplazamiento se tiene previsto en predios contiguos al del presente proyecto. En la Operación, los principales impactos negativos son la afectación a la abundancia de especies de aves y murciélagos (no así a la riqueza), como consecuencia de colisiones contra los aerogeneradores, y la modificación del paisaje por la infraestructura instalada.

De acuerdo con la valoración realizada, no se espera que las obras y actividades asociadas al proyecto “Central Eólica Cerro Iguana I” provoquen alteraciones en el ecosistema, ni pongan en riesgo la continuidad de procesos ecológicos determinantes para su buen funcionamiento, o la salud humana.

CAPÍTULO VI

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

CONTENIDO

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 279

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL 279

VI.1.1 Etapas de Preparación del sitio y Construcción.....279
VI.1.2 Etapa de operación y mantenimiento.....289
VI.1.3 Etapa de abandono del sitio.....292

VI.2 CLASIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN 293

VI.2.1 Agrupación de los impactos de acuerdo con las medidas de mitigación propuestas. 293

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

Como resultado de la aplicación de las técnicas de identificación y evaluación de los impactos ambientales desarrolladas en el capítulo anterior, se obtuvieron y señalaron los impactos más significativos o que derivan en efectos adversos para el ambiente. Éstos sirvieron de base para analizar y proponer las medidas de prevención, mitigación, y o compensación que son aplicables para las distintas fases del proyecto, así como también de optimación de los que se consideraron benéficos poco significativos.

VI.1.1 Etapas de Preparación del sitio y Construcción

Generales

- Partiendo de la magnitud y dimensiones del proyecto, se recomienda contar para el seguimiento ambiental de las obras con un responsable experto en la materia.
- Se deberá incluir como una cláusula en los contratos con terceros (constructoras, transportistas, etc.) que cumplan con la legislación ambiental vigente que les sea aplicable (verificación vehicular, registro como generadores de residuos peligrosos, etc.) y su compromiso para el cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas en este estudio y en la eventual autorización en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo de terrenos forestales, para las etapas del proyecto en las que participarán.
- Los trabajos se realizarán exclusivamente dentro del Área del Proyecto, y se deberá delimitar las zonas de trabajo, de modo que sólo se efectúen desmontes y trabajos sobre las áreas autorizadas.
- La ubicación de instalaciones provisionales como oficinas, almacenes, patios de maquinaria, campamentos y/o comedores que requiera el proyecto, también serán instalados exclusivamente dentro del Área del Proyecto, en alguna de las parcelas desprovistas de vegetación y cercana a alguno de los caminos existentes.

- En la construcción de instalaciones provisionales se deberá usar materiales de fácil instalación y desmantelamiento, tales como: madera, láminas, paneles, etc., ya que serán totalmente retirados del sitio una vez concluido su uso.
- En los caminos interiores se deberán colocar señalamientos visibles que contengan el nombre de "Central Eólica Cerro Iguana I", los cuales deberán conservarse durante las etapas de construcción y operación.
- El cableado eléctrico interno será subterráneo en el Área del Proyecto, hasta su llegada a la subestación eléctrica. Esto contribuirá a reducir la electrocución y el riesgo de colisión entre aves y murciélagos con los postes y cableado eléctrico.
- Las plataformas de almacenamiento temporal y montaje de aerogeneradores se han proyectado de una superficie suficiente, para permitir el estacionamiento de camiones y maquinaria, de tal manera que se dejarán libres los caminos interiores para la circulación de vehículos del proyecto y de los propietarios de las parcelas.
- Al final de la etapa constructiva se deberá realizar la limpieza del área, disponiendo los residuos generados por tal acción en los sitios que indique la autoridad competente.
- Los materiales que se utilicen durante las etapas de preparación del sitio y construcción deberán ser adquiridos en casas de materiales, o provenir de bancos de material que cuenten con las correspondientes autorizaciones vigentes en materia de impacto ambiental.

Calidad del aire

Las medidas que se proponen para minimizar los efectos negativos que se tendrán en la calidad del aire por generación de partículas suspendidas, gases contaminantes y ruido son las siguientes:

- Durante las actividades de preparación del sitio, incluyendo las excavaciones, nivelaciones y compactaciones del terreno, se deberá disminuir el levantamiento de partículas hacia la atmósfera; ello se logra con el riego frecuente de suelos expuestos en las áreas en construcción, para lo cual se utilizará agua cruda. Asimismo, es obligatorio que los camiones de carga que transporten materiales de construcción o residuos, circulen cubiertos con lonas u otros materiales de cubierta perfectamente sujetas.
- El transporte de materiales se deberá realizar en lo posible en fase húmeda.

- El almacenamiento de cemento, cal, o cualquier otro insumo para la construcción que pueda ser dispersado por el viento, deberá realizarse en lugares cubiertos.
- Se deberá solicitar a los contratistas apagar los motores que utilizan diesel cuando los equipos no estén activos. Del mismo modo, para los camiones de transporte de materiales, será necesario apagar los motores cuando los tiempos de espera para cargar o descargar sea mayor a 5 minutos.
- Para minimizar las emisiones de ruido, gases y humos a la atmósfera, es obligatorio exigir a los transportistas que sus vehículos de carga cumplan con los tiempos de afinación y mantenimiento establecidos por los fabricantes de los vehículos.
- Para reducir el incremento en los niveles de ruido ocasionado por el empleo de maquinaria pesada, se recomienda solicitar a los contratistas de la obra, que establezcan como medida obligatoria el cierre de escapes de las unidades, cuando se encuentren circulando dentro del Área del Proyecto y zonas urbanas de las poblaciones cercanas.
- El equipo y maquinaria utilizados durante las diferentes etapas del proyecto habrán de estar en óptimas condiciones de operación y deberán tener un programa de mantenimiento periódico, de tal manera que aun cuando estén excluidos por tratarse de equipo y maquinaria dedicada a la industria de la construcción, cumplan en la medida de lo posible con lo establecido en las siguientes normas oficiales mexicanas:

    - NOM-041-SEMARNAT-2006, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación, que usan gasolina como combustibles.
    - NOM-045-SEMARNAT-2006, que establecen los niveles máximos de opacidad de humo provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible.
    - NOM-050-SEMARNAT-1993, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.

- Los medios de transporte usados para las actividades relativas a la construcción como pudieran ser automóviles, camionetas y camiones, deberán cumplir con lo establecido en la NOM-080-SEMARNAT-1994 que menciona los niveles máximos permisibles de emisión de

ruido proveniente del escape de vehículos automotores. Es importante resaltar que los trascabos, aplanadoras y maquinaria pesada para la construcción quedan excluidas de la observancia de esta Norma.

- En la medida de lo posible y en función de los programas de obra, se establecerán jornadas de trabajo dentro de horarios diurnos (de 8:00 a 18:00 hrs.), para evitar ruido durante la noche que pudiera afectar a los habitantes de las escasas viviendas próximas al proyecto, que se ubican al menos a una distancia de 250 m de la turbina eólica más próxima.
- Por ningún motivo se efectuará en la obra la quema de basura, residuos vegetales y otros desechos, con objeto de disminuir las emisiones a la atmósfera durante esta etapa.

Agua

- El principal impacto detectado para este atributo ambiental, consiste en la posible afectación del patrón de drenaje superficial del Área del Proyecto. Para ello, las obras civiles deberán permitir una adecuada operación hidráulica de los escurrimientos temporales existentes y se deberá hacer un proyecto de drenaje pluvial que permita no sólo proteger la infraestructura del proyecto sino que los patrones hidrológicos actuales se mantengan durante las distintas etapas del proyecto.
- No deberán arrojarse materiales peligrosos (grasas, aceites, etc.) y/o residuos de construcción (arena, concreto, etc.) de manera deliberada o accidental en los escurrimientos temporales que se encuentran en el Área del Proyecto.
- De igual forma, estará completamente prohibido el vertimiento de aguas residuales a estos cuerpos de agua. Por ello, durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se deben utilizar letrinas móviles, en proporción de una por cada 20 trabajadores.

Capa Edáfica

- Cuando se haga retiro de la capa edáfica de caminos interiores, plataformas y subestación eléctrica, se verificará si puede ser recibida y utilizada por los propietarios de los terrenos o posesionarios de las parcelas ejidales adyacentes al sitio de afectación.

- Cuando sea posible, la capa de suelo vegetal debe ser separada y almacenada en montículos en un área con acceso controlado, para su posterior reutilización al término de las obras como mejorador de suelos.

Calidad del suelo

Para preservar la calidad del suelo y protegerlo de eventuales riesgos de contaminación, las medidas de mitigación que se proponen están encaminadas a un adecuado manejo de los diferentes tipos de residuos potencialmente contaminantes, los cuales, aunque pueden afectar otros medios físicos como agua y aire han sido reunidos en este apartado:

Residuos sólidos

- Para tener una adecuada recolección de residuos sólidos, se colocarán tambos de 200 litros de capacidad, debidamente localizados en áreas estratégicas, en todos los frentes de trabajo, privilegiando la separación en orgánicos e inorgánicos.
- Se contará con una brigada exclusiva de limpieza y recolección de residuos sólidos que mantendrá limpia la obra.
- Los residuos de tipo doméstico serán recolectados por alguna empresa particular contratada para tal fin y dispuestos en el sitio que determine la autoridad municipal.
- Se recomienda que los residuos susceptibles de reciclaje, especialmente de varilla y madera se separen y se envíen o comercialicen con compañías dedicadas a esta actividad.

Residuos peligrosos

- No se permitirán las actividades de mantenimiento mayor a la maquinaria pesada en el sitio. En caso de descomposturas en sitio se deberá utilizar charola o plástico negro grueso, con arena en las orillas, para evitar derrames de aceite.
- Las actividades de mantenimiento menor o preventivo a la maquinaria pesada que operará, deberán ser efectuadas en un sitio específicamente destinado para ello, con el equipo adecuado y cuidando que no se produzcan derrames de hidrocarburos sobre el suelo.
- Para evitar la posibilidad de contaminación por derrames provenientes de las plantas portátiles de generación eléctrica, transformadores o equipos similares, éstos deberán colocarse en lugares horizontales e impermeables.

- Se deberá implementar medidas preventivas para evitar el derrame de gasolina, grasas, aceites, diesel, hidrocarburos, solventes, pinturas, aditivos, etc. en los lugares de mantenimiento, almacenamiento, lugares de construcción, etc. Quedará prohibido verter este tipo de sustancias a las zonas de excavación, terrenos colindantes, cuerpos de agua y cualquier otro sitio distinto a los depósitos específicos para su disposición.
- En el caso de existir algún derrame de aceites, grasas y combustibles, se procederá a restaurar o restablecer las condiciones físico-químicas del suelo, conforme a la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.
- Los aceites gastados que se generen por la operación de la maquinaria, así como los residuos de pintura, solventes, estopas y demás objetos impregnados con este tipo de sustancias deberán ser manejados de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Se deberá habilitar un almacén exclusivo para estas sustancias conforme la reglamentación mencionada y se deberá llevar una bitácora de entradas y salidas de material peligroso.
- Se deberá contratar a una empresa autorizada para el manejo y disposición final de residuos peligrosos durante la etapa de construcción.

Otros residuos

- Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, deberán instalarse sanitarios portátiles (al menos uno por cada 20 trabajadores) para evitar el fecalismo al aire libre por parte del personal que intervenga en la obra, y con esto evitar la eventual contaminación del suelo, aire o subsuelo.
- Se deberá destinar un sitio específico para el lavado de ollas donde puedan ser depositadas las "lechadas" y sobrantes de concreto. Asimismo se deberá prohibir terminantemente que lleven a cabo estos lavados o disposiciones de excedentes en cualquier otro sitio del Área del Proyecto o SA.
- En caso de presentarse derrames accidentales de concreto durante las actividades de colado, estos, una vez endurecidos, deberán ser retirados y dispuestos como residuos al banco de tiro que indique la autoridad.
- El material generado por los trabajos de nivelación del terreno y excavación se debe almacenar de manera temporal en los sitios especificados en el proyecto, evitando con ello

la creación de barreras físicas, que impidan el libre desplazamiento de la fauna, y bordos que modifiquen la topografía e hidrodinámica de los escurrimientos temporales existentes en el Área del Proyecto.

- Se estudiará si las propiedades mecánicas del suelo excavado en cimentaciones permiten reutilizarlo como material de base en caminos interiores, de manera que se genere lo menos posible de residuos de excavaciones. Para el material que no pueda ser reutilizado se gestionará con las autoridades municipales, su manejo y sitio de disposición final.
- El material producto de la excavación sobrante y el cascajo producto de los trabajos de obra se trasladará fuera de la obra por medio de camiones de volteo al banco de tiro que indique la autoridad municipal.
- El campamento provisional y almacén, así como la infraestructura adicional que pudiera haberse construido como obras y servicios de apoyo, deberán ser totalmente desmantelados y dispuestos como residuos de construcción.
- Se propone que parte de los residuos vegetales generados por las actividades de desmonte sean donados a la gente local, el resto deberán ser triturados o picados, mezclados y esparcidos en el terreno, o ser enviados para un fin similar fuera del Área del Proyecto. En caso de ser desechados, se considerarán como residuos y deben sujetarse a lo que defina la autoridad competente.

Vegetación

Durante los trabajos de desmonte, despalme y limpieza del sitio de obras, se retirará exclusivamente la vegetación que interfiera directamente con los distintos elementos del proyecto, tales como subestaciones eléctricas, caminos interiores y plataformas de montaje y cimentaciones de los aerogeneradores. Estas actividades de desmonte se irán realizando conforme el avance de obra lo vaya requiriendo.

- Se prohibirá la quema o el empleo de agroquímicos para las actividades de desmonte y deshierbe. El producto de estas actividades deberá ser dispuesto en el sitio que indique la autoridad local competente o ser triturado para su reincorporación al suelo.
- Se deberá prohibir la quema de material vegetal residual.

- Se deberá hacer del conocimiento del personal involucrado en las actividades de construcción, que está prohibida la introducción de cualquier especie de flora a la zona del proyecto.
- Dado que habrá una afectación de la cobertura vegetal considerada forestal como consecuencia del desmonte necesario para la ocupación de las obras e infraestructura eléctrica y caminos interiores al proyecto, este impacto ambiental que es considerado residual en el contexto del Sistema Ambiental, será compensado con la aportación al Fondo Forestal Mexicano al obtener la autorización para el Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales.
- Aun cuando ninguna de las especies de flora registradas durante los levantamientos de campo se encuentre enlistada en alguna categoría de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, como una medida de mitigación se tiene contemplada la elaboración e implementación de un Programa Selectivo de Rescate de Flora, enfocado específicamente en individuos de algunas especies de importancia ecológica, cuyas características dasométricas hagan viable su rescate.

Fauna

- Con el fin de reducir al mínimo el número de individuos de distintas especies de vertebrados que pudieran ser afectados por las obras de este proyecto, se elaborará e implementará un Programa de Manejo y Rescate de Vertebrados Silvestres, en el cual se detallarán tanto los métodos que serán empleados para la captura y manejo de las distintas especies, como los indicadores de éxito de la ejecución de estas actividades. Para el desarrollo de estas actividades se contará con un grupo de especialistas en manejo y rescate de fauna silvestre
- Se implementarán pláticas al personal que labora en la construcción del proyecto, a fin de que permita el libre tránsito y desplazamiento de la fauna fuera de los frentes de obra, y de que se prohíba la captura o cacería, así como la compra o consumo de animales silvestres en el Área del Proyecto.
- Asimismo, se hará del conocimiento del personal involucrado en las actividades de construcción, que está prohibida la introducción o alimentación de fauna doméstica.
- Como se ha mencionado en otros apartados de este mismo estudio, los grupo de vertebrados más susceptibles de afectación por la construcción y operación de los

desarrollos eólicos son las aves y los murciélagos. Por tal razón, como parte del proyecto se implementará un programa de monitoreo de las poblaciones de aves y murciélagos, cuyos principales objetivos serán conocer la composición de la comunidad de especies para cada grupo, así como el estatus de riesgo en el que se encuentran conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, y determinar los patrones de movimiento y uso que las diferentes especies hacen del Área del Proyecto, así como de sus alturas de vuelo. Con esta información será posible realizar un modelo del potencial riesgo de colisión para las distintas especies de aves y murciélagos, asociado a la etapa de operación del proyecto, y de ser necesario, implementar medidas adicionales de mitigación.

- El programa de monitoreo deberá contemplar una fase previa a la etapa constructiva del proyecto que sirva de línea base, contra la cual se contrastarán los resultados del monitoreo realizado en la etapa de operación. No se recomienda llevar a cabo esfuerzos de muestreo durante la etapa constructiva, toda vez que los resultados serán atípicos y difícilmente comparables contra la etapa previa o con la correspondiente a la operación, ya que se espera una considerable disminución en la abundancia de muchas especies, como resultado de la perturbación ocasionada por las propias actividades constructivas del proyecto.
- En caso de que se observen colisiones de aves contra las antenas de medición de vientos, se colocarán dispositivos disuasores en los cables de soporte de las mismas.

Seguridad e higiene

- Los trabajadores utilizarán equipo de protección personal (cascos, tapabocas, lentes, botas, guantes, etc.).
- Se deberán tomar las medidas adecuadas de seguridad del trabajo, para evitar accidentes y vigilar la seguridad con que deben realizarse los movimientos vehiculares dentro de la zona de obra y área de influencia del proyecto.
- Los trabajadores de maquinaria pesada, principalmente, deberán emplear tapones industriales para mitigar el ruido.
- Para emergencias menores, en las oficinas de obra se contará con un botiquín de primeros auxilios con los medicamentos e instrumental de curación necesarios para proporcionar la atención en primeros auxilios. En caso de emergencia mayor, el personal lesionado será trasladado al centro de salud más cercano.

- Estará prohibido ingerir bebidas embriagantes y estupefacientes dentro de la obra para evitar accidentes.
- Se contará con extintores de polvo químico seco tipo ABC en las áreas de almacenamiento de combustibles, bodegas, casetas y oficinas de contratistas, así como en zonas donde se ejecuten trabajos de soldadura u otras operaciones que puedan causar incendios. El equipo contra incendios deberá colocarse en lugares de fácil acceso y se identificará con señalamientos o avisos de seguridad claramente visibles.
- En áreas donde sea posible la generación de un conato de incendio, se deberán ubicar letreros de No Fumar.
- Como una medida más para evitar riesgos de accidentes, se recomienda mantener el acceso controlado y restringido al personal autorizado.
- Se prohíbe el uso de fogatas, armas de fuego y explosivos dentro del Área del Proyecto y SA por parte del personal relacionado con las actividades de obra.
- Dentro de la obra se instalará un área techada para que los trabajadores tomen sus alimentos.

Flujo vehicular

- Los vehículos de carga con materiales de excavación o de construcción, deberán entrar siempre al Área del Proyecto para realizar las maniobras de carga o descarga, y nunca estacionarse en la Carretera federal No. 200 que va de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca a Tapachula, Chiapas.
- Será necesario establecer señalizaciones y designar personal que reciba y controle el acceso de los camiones pesados al Área del Proyecto, para evitar la interrupción del tráfico o un potencial accidente en la Carretera Federal No. 200 y en su entronque para Santo Domingo Ingenio.

Cualidades estético paisajísticas

Con el objeto de que las obras no deterioren de manera significativa la imagen se propone que:

- Todos los trabajos de obra se deberán realizar dentro de los límites del Área del Proyecto.

Asimismo, con el objeto de que la infraestructura eólica se integre de mejor manera al entorno visual circundante y de acuerdo con el proyecto de norma PROY-NOM-151-SEMARANT-2006, éstas deberán cumplir con lo siguiente:

- Las torres de los aerogeneradores, la envolvente de su tren motriz y maquinaria principal, así como el rotor del aerogenerador incluyendo sus álabes y todos sus elementos de ensamble, deberán estar pintadas de color blanco permitiéndose el uso de diferentes tonos de ese color.
- Se permitirá que en los álabes de los aerogeneradores y en sus torres se incluyan franjas de otro color, siempre y cuando esto sea requerido y aprobado por la Dirección General de Aeronáutica Civil de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, con el fin de que dichas franjas sirvan como alerta para la navegación aérea.
- Se permitirá que en una o ambas caras laterales de la envolvente del tren motriz y maquinaria principal de los aerogeneradores se pinte el logotipo, siglas o letrero que identifique a su fabricante y/o a su propietario.
- En las torres de los aerogeneradores no se deberán pintar logotipos, siglas o letreros de ningún tipo, salvo las claves que se usen para diferenciar las unidades de una instalación eoloeléctrica, siempre y cuando éstas se pinten sobre la puerta de la torre.
- No deberán iluminarse exteriormente las torres de los aerogeneradores, salvo que sea requerido para la señalización aérea, de acuerdo a lo que establezca necesario la Dirección General de Aeronáutica Civil de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- Una vez concluido el uso provisional de oficinas, almacenes, patios de maquinaria, y demás infraestructura temporal que requiera la obra, deberá realizarse su remoción y disposición de manera adecuada.

VI.1.2 Etapa de operación y mantenimiento

Generales

- El responsable del proyecto Central Eólica Cerro Iguana I deberá cuidar que los caminos interiores se encuentren en condiciones de uso durante toda la vida útil del proyecto, para lo cual, realizará la verificación y el mantenimiento periódico de los mismos.

- El responsable de la operación del proyecto deberá llevar a cabo el mantenimiento preventivo y correctivo de las turbinas de viento, con el objetivo de que no exista un aumento en los niveles de ruido, y no se presentes derrames de aceites y lubricantes.

Calidad del aire

- El máximo nivel de ruido de los aerogeneradores en operación no excederá los límites establecidos —para fuentes fijas— en la NOM-081-SEMARNAT-2013. Considerando las especificaciones técnicas de las turbinas de viento a instalar, se estima que los niveles de ruido en las colindancias del Área del Proyecto, no rebasarán los niveles máximos permitidos en la norma de referencia.

Agua

Durante la operación del proyecto se demandará agua cruda y potable únicamente para el uso de las instalaciones sanitarias de la subestación eléctrica, así como para las actividades de limpieza. Para el control de los residuos sanitarios (sólidos y líquidos), se contará con fosas sépticas en los sanitarios de las subestación.

- El parque eólico contará con un sistema de drenaje pluvial, consistente en alcantarillas y cunetas a los lados de los caminos interiores, mediante las cuales se evitará el encharcamiento de los mismos, así como la inundación de las plataformas de montaje. Con estas obras hidráulicas también se evitará que algunas parcelas se aneguen durante la temporada de lluvias, o se modifique el actual patrón de drenaje superficial de las parcelas. Ello es de gran relevancia, dada la vocación agrícola y pecuaria de las parcelas que componen el Área del Proyecto.

Residuos sólidos

- El acopio de residuos se realizará mediante contenedores ubicados en áreas estratégicas de la subestación eléctrica y cuarto de control. Estos residuos serán trasladados diariamente a un área que contará con piso firme, muros y losa de techo, destinada específicamente para su almacenaje temporal. Estos residuos serán recolectados semanalmente para ser trasladados al sitio que indique la autoridad, mediante un convenio que se deberá celebrar con el sistema de limpia del municipio.

Residuos peligrosos

- Además de los lubricantes requeridos como parte del mantenimiento periódico de las turbinas de viento, algunas de las actividades de mantenimiento de la subestación eléctrica podrían implicar la generación de pequeños volúmenes de residuos considerados peligrosos, que potencialmente podrían afectar la calidad del suelo y del agua, entre los que destacan estopas impregnadas con grasas o aceites, colillas de soldadura, estopas con thinner, aceite gastado y residuos de pintura, los cuales deberán ser manejados conforme al Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- Para estos residuos se deberá habilitar un almacén conforme las características establecidas en la reglamentación mencionada, y se contará con una empresa autorizada que llevará a cabo su manejo y disposición final cuando se requiera.
- En el caso de existir algún derrame de aceites, grasas y combustibles, se procederá a restaurar o restablecer las condiciones físico químicas del suelo, conforme a la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

Fauna

- La iluminación de la subestación eléctrica deberá ser la mínima indispensable, con la finalidad de reducir el potencial para la atracción de las especies de aves que migran durante la noche, y para evitar la concentración de insectos voladores, los cuales a su vez atraen a un gran número de murciélagos y aves insectívoras. No deberán utilizarse lámparas de vapor de sodio, ni focos reflectores, siempre y cuando no se ponga en riesgo la seguridad de las instalaciones, o cuando así lo exija alguna emergencia de mantenimiento.
- Para la señalización nocturna de los aerogeneradores, no deberán utilizarse luces de encendido permanente. Se deberán emplear luces intermitentes (rojas o blancas) con el máximo período de apagado permisible, en función de los que establezca necesario la Dirección General de Aeronáutica Civil de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- Debido al considerable número de aves residentes y migratorias que transitan sobre el Istmo de Tehuantepec y a la abundancia de distintas especies de murciélagos que se

encuentran en la región, se implementará un programa de monitoreo para analizar los patrones de movimiento y el uso que estos grupos de vertebrados están haciendo del área destinada al proyecto. Los resultados de la implementación de este programa en la etapa previa a la construcción, permitirán prever el posible efecto que tendría la operación del proyecto sobre las poblaciones de aves y murciélagos, y de ser necesario, implementar medidas adicionales de mitigación.

- Durante la etapa de operación del la Central Eólica Cerro Iguana I, el programa de monitoreo incluirá entre sus actividades, la búsqueda de cadáveres. Ello permitiría obtener datos de campo sobre el total de fatalidades que estarían ocurriendo; información que deberá ser utilizada para establecer un plan adaptativo para la protección para aves y murciélagos.

Paisaje

- No se deberán verter contaminantes directos o indirectos que eventualmente puedan contaminar el suelo, subsuelo, aguas subterráneas o superficiales, ni acumular residuos sólidos, escombros o sustancias que puedan constituir un peligro de contaminación de las aguas o de degradación de su entorno.

VI.1.3 Etapa de abandono del sitio

Generales

- Si al final de la vida útil de la Central Eólica Cerro Iguana I no se pretende reutilizar el sitio con tecnologías de generación eoloeléctrica aplicables en su momento, el área deberá quedar libre de cualquier infraestructura eléctrica, mecánica o civil visible hasta nivel raso del terreno.
- Los caminos interiores, plataformas o cualquier área que haya sido intervenida con el desarrollo del proyecto, deberán ser restauradas, a excepción de petición expresa de los propietarios de las parcelas involucradas. Para restaurar o restablecer la vegetación se utilizarán las especies de flora nativa registradas en el inventario ambiental del Capítulo IV de este estudio.

- Se elaborará un Plan de Cierre de Instalaciones que contendrá al menos lo indicado en apartado II.2.12 considerando también la normatividad vigente que le sea aplicable a esta actividad en el momento del abandono del sitio.

VI.2 Clasificación de las medidas de mitigación

A continuación se enlistan todas las medidas de mitigación anteriormente propuestas, y se ha añadido a cada una de ellas su clasificación de acuerdo al tipo de medida, que pueden ser:

- Preventivas Pr
- De remediación Rm
- De rehabilitación Rh
- De compensación Co
- De reducción Rd
- De control Ct

VI.2.1 Agrupación de los impactos de acuerdo con las medidas de mitigación propuestas.

A continuación se presenta el listado de medidas de mitigación a manera de tabla, en la cual se especifican los impactos a los que atiende cada una de las acciones propuestas, utilizando para ello las claves asignadas en la evaluación de impacto ambiental mediante el RIAM (establecido en el Capítulo V del presente estudio) y su clasificación de acuerdo al apartado VII.2.

PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN				
No.	**MEDIDAS**	**ACTIVIDAD**	**IMPACTOS**	**TIPO DE MEDIDA**
GENERALES				
1	EQUIPO DE SUPERVISIÓN AMBIENTAL	Formación de equipo técnico para trabajo *in situ.*	Aplicable a todos los impactos de la etapa de preparación del sitio y construcción.	Ct
		Trabajos de supervisión.		Ct
2	NOTIFICACIÓN A CONTRATISTAS DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN A OBSERVAR	Inclusión de cláusula a contratos.		Ct
3	TODOS LOS TRABAJOS SE REALIZARÁN EXCLUSIVAMENTE DENTRO DEL ÁREA DEL PROYECTO.	Verificación durante las obras.		Ct
4	UBICACIÓN DE INSTALACIONES PROVISIONALES EXCLUSIVAMENTE DENTRO DEL ÁREA DEL PROYECTO Y CON MATERIALES ADECUADOS	Verificación durante las obras.		Ct
5	LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DEBERÁN SER ADQUIRIDOS EN CASAS DE MATERIALES O EN BANCOS AUTORIZADOS.	Verificación durante las obras.		Ct
6	SE CONTARÁ EN OBRA CON UN SISTEMA INTEGRAL DE SEÑALIZACIÓN PARA CONDUCTORES TRANSPORTISTAS Y PEATONES.	Verificación durante las obras.		Pr
7	UNA VEZ CONCLUIDO EL USO PROVISIONAL DE OFICINAS, ALMACENES, Y DEMÁS INFRAESTRUCTURA TEMPORAL, DEBERÁ REALIZARSE SU REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN DE MANERA ADECUADA.	Verificación al término de las obras.		Rd

PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN				
No.	**MEDIDAS**	**ACTIVIDAD**	**IMPACTOS**	**TIPO DE MEDIDA**
ACCIONES PARA MINIMIZAR LA AFECTACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE				
8	DISMINUCIÓN DE LEVANTAMIENTO DE PARTÍCULAS HACIA LA ATMOSFERA	Riegos con agua tratada en suelos expuestos.	FQ5, SC1, SC2	Rd
		Transporte de materiales sueltos en fase húmeda.	FQ5, SC1, SC2	Pr
		Circulación de camiones con lona.	FQ5, SC1, SC2	Pr
		Verificación durante las obras.		Ct
9	DISMINUCIÓN DE GENERACIÓN DE GASES CONTAMINANTES	Apagado de motores de equipos inactivos.	FQ5, SC1, SC2	Rd
		Prohibición de quema de basura, residuos vegetales y otros desechos.	FQ5, SC2	Pr
		Verificación durante las obras.		Ct
10	USO DE EQUIPO, MAQUINARIA Y VEHÍCULOS EN BUENAS CONDICIONES	Se exigirá en contrato a empresas contratistas.	FQ5, FQ6, SC2	Ct
		Mantenimiento periódico de equipo y maquinaria cumpliendo las NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-2006 Y NOM 050-SEMARNAT-1993.	FQ5, FQ6, SC1, SC2	Rd
		Verificación durante las obras.		Ct
DISMINUCIÓN DE GENERACIÓN DE RUIDO				
11	CIERRE DE ESCAPE DE CAMIONES EN ZONA DE OBRAS	Se exigirá en contrato.	FQ5, FQ6, SC1, SC2	Rd
		Verificación durante las obras.		Ct

No.	MEDIDAS	ACTIVIDAD	IMPACTOS	TIPO DE MEDIDA
PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN				
12	TODOS LOS VEHÍCULOS UTILIZADOS DEBERÁN CUMPLIR CON LA NOM-080-SEMARNAT-1994 DE NIVELES MÁXIMOS DE RUIDO	Cumplimiento de tiempos de afinación y mantenimiento de vehículos.	FQ6, SC2	Pr
		Verificación durante las obras.		Ct
13	JORNADAS DE TRABAJO DIURNAS (DE 8:00 A 18:00HRS)	Verificación durante las obras.		Ct
ACCIONES PARA EVITAR LA AFECTACIÓN DE LOS PATRONES HIDROLÓGICOS DEL SITIO				
14	CONSTRUCCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS Y DE DRENAJE QUE PERMITAN LA OPERACIÓN ADECUADA DE LOS ESCURRIMIENTOS TEMPORALES	Se verificarán todos los sitios donde sea necesaria su construcción y que su diseño e instalación sean adecuados.	FQ7	Pr
		Verificación durante las obras.		Ct
15	EVITAR QUE EXISTAN CAIDOS O ACÚMULOS DE MATERIALES EN LOS ESCURRIMIENTOS TEMPORALES DEL ÁREA DEL PROYECTO.	Quedará prohibido arrojar material peligroso y/o residuos de construcción a los escurrimientos superficiales.	FQ7, FQ8	Pr
		Verificación durante las obras.		Ct
ACCIONES SOBRE AFECTACIÓN DE CALIDAD DEL SUELO				
16	PROHIBICIÓN DE DEFECACIÓN AL AIRE LIBRE	Instalación de letrinas móviles en relación 1:20 trabajadores.	FQ2, FQ5, SC1, SC2	Pr
		Verificación durante las obras		Ct
17	MANEJO ADECUADO DE AGUAS RESIDUALES	Contratación de empresa autorizada	FQ2	Pr
		Verificación durante las obras		Ct

No.	MEDIDAS	ACTIVIDAD	IMPACTOS	TIPO DE MEDIDA
PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN				
18	DERRAMES ACCIDENTALES DE CONCRETO	Llevar a cabo su retiro de manera inmediata.	FQ2, SC3	Rm
		Verificación durante las obras.		Ct
19	MANEJO DE RESIDUOS VEGETALES	Separación, trituración y esparcimiento.	FQ2	Rd
		Verificación durante las obras.		Ct
20	MANEJO DE RESIDUOS DE EXCAVACIÓN Y ESCOMBRO	Selección de un tiro autorizado.	FQ2	Ct
		Envío a tiro.	FQ2	Ct
		Verificación durante las obras.		Ct
21	MANEJO DE RESIDUOS PRODUCTO DE DESMANTELAMIENTO DE OBRAS PROVISIONALES	Desmantelamiento.	FQ2, SC3	Rh
		Envío a tiro.	FQ2	Rd
		Verificación durante las obras.		Ct
MANEJO DE RESIDUOS NO PELIGROSOS				
22	COLOCACIÓN DE TAMBOS DE 200L PRIVILEGIANDO SEPARACIÓN DE ORGÁNICOS E INORGÁNICOS	Instalación de depósitos en los frentes de obra.	FQ2	Pr
		Verificación durante las obras.		Ct
23	LIMPIEZA DIARIA DE ZONA DE OBRAS	Conformación de una brigada de limpieza.	FQ2, SC3	Pr
		Verificación durante las obras.		Ct

No.	MEDIDAS	ACTIVIDAD	IMPACTOS	TIPO DE MEDIDA
PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN				
24	RECOLECCIÓN DE RESIDUOS DOMÉSTICOS	Contratación de una empresa particular.	FQ2	Pr
		Retiro periódico y disposición en los sitios que indique la autoridad municipal.	FQ2, SC3	Pr
		Verificación durante las obras.		Ct
MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS Y SUSTANCIAS RIESGOSAS				
25	PROHIBICIÓN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO A MAQUINARIA PESADA O VEHICULOS	Verificación durante las obras.	FQ2, FQ5, SC3	Ct
26	USO DE PELICULA PLASTICA IMPERMEABLE Y USO DE CHAROLA ANTIDERRAMES PARA CAMBIO DE ACEITE DE MAQUINARIA	Notificar a los contratistas.	FQ2	Rd
		Verificación durante las obras.		Ct
27	MANTENIMIENTO MENOR DE MAQUINARIA Y VEHICULOS EN SITIOS ESPECÍFICOS.	Selección del sitio.	FQ2, FQ5, SC3	Pr
		Verificación durante las obras.		Ct
28	QUEDARÁ PROHIBIDO VERTER CUALQUIER TIPO DE SUSTANCIA O RESIDUO EN CUALQUIER SITIO FUERA DE LO PREVISTO.	Verificación durante las obras.	FQ2,FQ5, FQ8	Pr
29	MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS CONFORME A REGLAMENTO LGPGIR.	Habilitación de un almacén exclusivo para residuos peligrosos.	FQ2, FQ5, FQ8	Pr
		Verificación durante las obras.		Ct

No.	MEDIDAS	ACTIVIDAD	IMPACTOS	TIPO DE MEDIDA
PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN				
30	DISPOSICIÓN ADECUADA DE RESIDUOS PELIGROSOS.	Contratación de empresa especializada.	FQ2, FQ5, FQ8	Pr
		Verificación durante las obras.		Ct
31	COLOCACIÓN DE PLANTAS ELÉCTRICAS PORTÁTILES, TRANSFORMADORES O EQUIPOS SIMILARES EN LUGARES HORIZONTALES E IMPERMEABLES PARA EVITAR DERRAMES.	Verificación durante las obras.	FQ2,FQ5, FQ8	Pr
32	ACCIONES EN CASO DE DERRAME DE SUSTANCIAS O RESIDUOS PELIGROSOS.	Restauración y restablecimiento de las condiciones físico-químicas del suelo conforme a la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.	FQ2,FQ5, FQ8	Rm
		Verificación durante las obras.		Ct
33	MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA MANEJO DE SUSTANCIAS INFLAMABLES Y COMBUSTIBLES CONFORME A NORMATIVIDAD.	Habilitación de almacén de sustancias riesgosas conforme a la legislación vigente.	FQ2, FQ5, FQ8, SC1	Pr
		Verificación durante las obras.		Ct
ACCIONES PARA EVITAR AFECTACIÓN DE LA FLORA				
34	DELIMITACIÓN DE LAS ÁREAS SUSCEPTIBLES DE DESMONTE ACORDE CON LA AUTORIZACIÓN PARA CUSTF.	Delimitación y marcado de las áreas de desmonte.	FQ3, FQ4, BE1, BE4	Pr
		Verificación durante las obras.		Ct
35	COMO MEDIDA DE COMPENSACIÓN SE HARÁ UNA APORTACIÓN AL FONDO FORESTAL MEXICANO AL OBTENER LA AUTORIZACIÓN PARA EL CUSTF.	Aportación económica.	BE1, BE4	Co

No.	MEDIDAS	ACTIVIDAD	IMPACTOS	TIPO DE MEDIDA
PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN				
36	IMPLEMENTAR EL PROGRAMA SELECTIVO DE RESCATE DE FLORA SILVESTRE	Verificación de especies susceptibles al rescate previo a las actividades de desmonte	BE1, BE4	Pr
		En su caso realización del rescate y trasplante.		Rd
37	PROHIBICIÓN DE QUEMA O USO DE AGROQUÍMICOS PARA EL DESMONTE	Verificación durante las obras	FQ2, FQ8, BE2, BE3	Pr
ACCIONES PARA EVITAR AFECTACIÓN DE LA FAUNA				
38	EQUIPO DE ESPECIALISTAS EN FAUNA SILVESTRE	Previo a construcción se formará un grupo de especialistas en fauna silvestre para implementar las actividades de manejo y rescate.	BE2, BE3	Pr
39	IDENTIFICACIÓN, RESCATE Y REUBICACIÓN DE ESPECIES DE FAUNA	Identificación de sitios de reubicación.	BE2, BE3	Rd
		Verificación durante las obras.		Ct
40	PROHIBICIÓN DE CAPTURA O CAZA DE EJEMPLARES DE FAUNA SILVESTRE	Notificación a contratistas y obreros.	BE2, BE3	Pr
		Verificación durante las obras.		Ct
41	PROHIBICIÓN DE INTRODUCCIÓN DE FAUNA DOMÉSTICA	Notificación a contratistas y obreros.	BE3,BE4	Pr
		Verificación durante las obras.		Ct
42	PROGRAMA DE MONITOREO DE LAS POBLACIONES DE AVES Y MURCIÉLAGOS	Elaboración del programa de monitoreo de las poblaciones de aves y murciélagos.	BE3,BE4	Pr
		Implementación del programa de monitoreo de aves y murciélagos en la etapa previa a la construcción.	BE3,BE4	Rd

No.	MEDIDAS	ACTIVIDAD	IMPACTOS	TIPO DE MEDIDA
PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN				
43	COLOCACIÓN DE DISPOSITIVOS DISUASORES EN LAS ANTENAS DE ANEMOMETRÍA EN CASO DE OBSERVAR COLISIONES DE AVES O MURCIÉLAGOS CON LAS MISMAS.	Instalación de dispositivos disuasores.	BE3,BE4	Rd
		Verificación durante las obras.		Ct
ACCIONES PARA MANTENER LA SEGURIDAD E HIGIENE				
44	SE TOMARAN MEDIDAS ADECUADAS DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO PARA EVITAR ACCIDENTES	Utilización de equipo de protección personal como guantes, botas, cascos, tapabocas, lentes, etc.	Medidas de seguridad para trabajadores. No aplica directamente a impactos detectados.	Pr
		Utilización de tapones industriales para mitigar el ruido		Rd
		Instalación de botiquín de primeros auxilios		Rd
		Prohibición de ingesta de bebidas alcohólicas y estupefacientes dentro de la obra		Pr
		Instalación de extintores de polvo químico tipo ABC en zonas específicas		Pr
		Prohibición de uso de fogatas, armas de fuego y explosivos en el Área del Proyecto		Pr
		Verificación durante las obras		Ct
ACCIONES PARA EVITAR LA AFECTACIÓN DE FLUJO VEHICULAR				
45	ESTARÁ PROHIBIDO REALIZAR MANIOBRAS DE CARGA O DESCARGA, ASÍ COMO ESTACIONAR VEHÍCULOS RELACIONADOS CON LAS OBRAS EN LA CARRETERA FEDERAL 200	Verificación durante las obras	SC2	Rd

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO				
No.	**MEDIDAS**	**ACTIVIDAD**	**IMPACTOS**	**TIPO DE MEDIDA**
ACCIONES PARA EVITAR LA AFECTACIÓN DE LOS PATRONES HIDROLÓGICOS DEL SITIO				
46	MANTENIMIENTO DE LAS OBRAS HIDRÁULICAS Y DE DRENAJE PARA QUE PERMITAN LA OPERACIÓN ADECUADA DE LOS ESCURRIMIENTOS TEMPORALES	Revisión y limpieza periódica de la infraestructura	FQ7	Ct,
MANEJO DE RESIDUOS NO PELIGROSOS				
47	RECOLECCIÓN DE RESIDUOS DOMÉSTICOS	Convenio con el servicio de limpia municipal	FQ11, FQ12	Ct
MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS				
48	DISPOSICIÓN ADECUADA DE RESIDUOS PELIGROSOS	Contratación de una empresa especializada	FQ11, FQ12	Ct
ACCIONES PARA EVITAR AFECTACIÓN DE LA FAUNA				
49	PROGRAMA DE MONITOREO DE LAS POBLACIONES DE AVES Y MURCIÉLAGOS	Implementación del programa de monitoreo de las poblaciones de aves y murciélagos durante la etapa de operación del proyecto.	BE5, BE6	Pr
		De ser necesario, implementar medidas de mitigación específicas para reducir el riesgo de colisión contra la infraestructura instalada.	BE5, BE6	Rd

CAPÍTULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

CONTENIDO

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS...303

VII.1 ESCENARIOS AMBIENTALES DEL SISTEMA AMBIENTAL ANTE EL DESARROLLO DE LA CENTRAL EÓLICA CERRO IGUANA I. 303

VII.1.1 Escenario actual y tendencias de desarrollo en el SA 303

VII.1.2 Comportamiento de los principales factores ambientales susceptibles de modificación en el SA: comparación entre el escenario actual y el escenario con proyecto. 311

VII.2 CONCLUSIONES 321

FIGURAS

Figura VII–1. Usos de suelo y vegetación identificados dentro del Sistema Ambiental. 306

Figura VII–2. Comparación de las superficies por uso de suelo y vegetación en el SA actual, contra la condición que tendrían con el proyecto. 308

TABLAS

Tabla VII–1. Usos de suelo y vegetación reportados dentro del SA. Condición sin proyecto. 305

Tabla VII–2. Usos de suelo y vegetación reportados dentro del SA y su superficie de afectación con el desarrollo del proyecto. 307

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1 Escenarios ambientales del Sistema Ambiental ante el desarrollo de la Central Eólica Cerro Iguana I.

Con base en la caracterización de los distintos elementos que conforman al Sistema Ambiental (SA) y que han sido incorporados en el Capítulo IV del presente estudio de impacto ambiental, así como en los resultados de la identificación y evaluación de los potenciales impactos ambientales que se prevé serán generados con la construcción y posterior operación del proyecto eoloeléctrico, en el Capítulo VI se establecieron las medidas específicas para la mitigación de los efectos adversos que el proyecto podría ocasionar. Del análisis integral tanto de los distintos atributos del ambiente potencialmente susceptibles de modificación por las actividades del proyecto, y de su comportamiento esperado mediante la implementación de las medidas específicas de mitigación, se está en posibilidad de identificar y describir las modificaciones y eventuales afectaciones que la Central Eólica Cerro Iguana I podría imprimir al Sistema Ambiental que lo acoge.

Con base en lo anterior, los escenarios resultantes del desarrollo del proyecto que serán establecidos a continuación, parten de la tendencia de los procesos de conservación y deterioro ambiental que actualmente ocurren en la región —de manera independiente a la ejecución de este proyecto—, pero incorporan además, los impactos potenciales asociados con la construcción y operación del proyecto eoloeléctrico y el efecto que tendrán las medidas de mitigación en el comportamiento y estabilidad del SA.

VII.1.1 Escenario actual y tendencias de desarrollo en el SA

El SA en el que se desarrollará la Central Eólica Cerro Iguana I, corresponde a un espacio en el que las actividades humanas han transformado parcialmente las características naturales, como consecuencia de las intensas actividades productivas que se han desarrollado en los municipios de Unión Hidalgo y especialmente en Santo Domingo Ingenio desde principios del siglo XX —cuando se consolidó el ingenio productor de azúcar—, y el asociado incremento en el tamaño poblacional de ambas cabeceras municipales. Aun cuando el ingenio dejó de producir

formalmente en el año 2006, las vastas superficies que antiguamente fueron destinadas para el cultivo de la caña de azúcar continuaron teniendo una vocación agropecuaria, en donde las principales actividades productivas actuales son el cultivo de sorgo y la ganadería extensiva de bovinos. Estas actividades redujeron de manera considerable las superficies que actualmente mantienen algún tipo de cobertura vegetal nativa en toda la planicie del Istmo de Tehuantepec, incluyendo el SA del proyecto, y en la cual se han modificado las interacciones y procesos ecológicos originales.

La modificación del SA delimitado y estudiado se hace claramente evidente cuando analizamos la ocupación espacial de las distintas unidades de uso de suelo y vegetación, ya que más del 62% del SA se encuentra ocupado por tierras destinadas a usos agrícolas, pecuarios, asentamientos humanos e infraestructura eléctrica instalada. Esta situación, difícilmente reversible, implica que de manera independiente al desarrollo del proyecto, el espacio continuará con una tendencia de incrementar los cambios antrópicos sobre la naturalidad del espacio.

El conjunto de usos de suelos funcionales e interrelacionados entre sí puede ser cuantificable mediante un Sistema de Información Geográfica, lo cual permite la realización de un inventario de unidades ambientales que refleja las condiciones del sitio analizado. Con relación el SA del proyecto Central Eólica Cerro Iguana I, en la siguiente tabla y figura se muestra el catálogo de usos de suelo en la condición sin proyecto, lo cual además podrá contrastarse contra la condición que tendrá este mismo espacio, una vez desarrolladas las obras y actividades consideradas en la presente MIA; es decir, en la condición con proyecto.

Tabla VII–1. Usos de suelo y vegetación reportados dentro del SA. Condición sin proyecto.

Uso de Suelo y/o Vegetación	Superficie (ha)	*Porcentaje que ocupa en el SA*
Agricultura	20.168.079	48.86
Sabanoide	2,940.126	7.12
Pastizal inducido	2,070.460	5.02
Asentamientos humanos	440.861	1.07
Subtotal de superficie modificada por actividades antrópicas	**25,619.53**	**62.07**
Vegetación secundaria arbustiva de Selva baja caducifolia	11,757.016	28.48
Selva baja caducifolia	3,241.144	7.85
Tular	477.867	1.16
Cuerpo de agua	183.300	0.44
Subtotal de superficie no modificada por actividades antrópicas	**15,659.33**	**37.93**
Totales	**41,278.855**	**100.00**

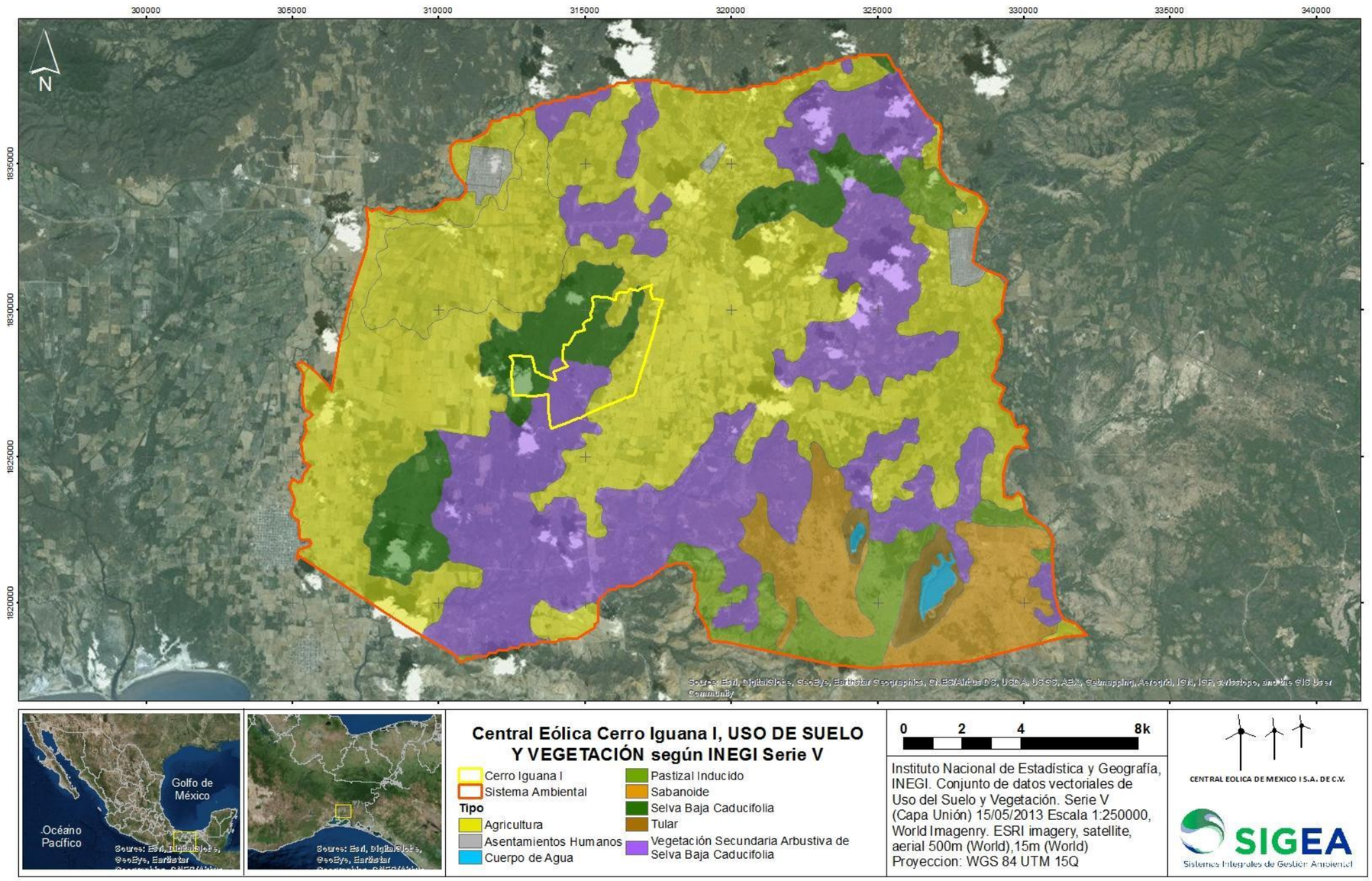


Figura VII–1. Usos de suelo y vegetación identificados dentro del Sistema Ambiental.

Como se ha establecido en otros capítulos de esta MIA, el desarrollo del proyecto implicará el consumo de espacios que actualmente cuentan con distintos usos de suelo y vegetación, como resultado del emplazamiento de la infraestructura eléctrica y de los caminos interiores. Para tener un parámetro que nos permitiera realizar una comparación entre la situación actual del SA en la condición sin proyecto, contra la condición que tendría este mismo espacio delimitado una vez instaurada la Central Eólica Cerro Iguana I, se procedió a contabilizar las áreas que serán intervenidas por las distintas obras y actividades del proyecto, lo cual permitió determinar las superficies remanentes para cada uno de los usos de suelo y vegetación que se distribuyen en el SA.

En la siguiente tabla y figura se muestra el catálogo de los usos de suelo que presenta actualmente el SA, y el cual tendría considerando el consumo de superficies resultantes del desarrollo de este proyecto eoloeléctrico. En la tabla también se muestra el porcentaje de pérdida o afectación que tendría cada uso de suelo (con relación a su condición actual), una vez instalada la Central Eólica Cerro Iguana I.

Tabla VII–2. Usos de suelo y vegetación reportados dentro del SA y su superficie de afectación con el desarrollo del proyecto.

Uso de Suelo y/o Vegetación	Superficie total (ha)	Superficie de afectación por el proyecto (ha)	% que representa la afectación
Agricultura	20,168.079	4.921	0.024
Sabanoide	2,940.126	0.0	0.000
Pastizal inducido	2,070.460	0.0	0.000
Asentamientos humanos y caminos existentes	440.861	0.101	0.023
Subtotal de superficie modificada por actividades antrópicas	**25,619.53**	**5.022**	0.020
Vegetación secundaria arbustiva de Selva baja caducifolia	11,757.016	0.0	0.000
Selva baja caducifolia	3,241.144	18.503	0.571
Tular	477.867	0.0	0.000
Cuerpo de agua	183.300	0.0	0.000
Subtotal de superficie no modificada por actividades antrópicas	**15,659.33**	**18.503**	0.118
Totales	**41,278.855**	**23.525**	**0.057**

En la siguiente figura se muestra una gráfica comparativa entre las superficies que actualmente tiene cada uso de suelo y vegetación presente en el SA, contra las superficies que tendrían los mismos usos de suelo y vegetación una vez desarrollada la Central Eólica Cerro Iguana I.

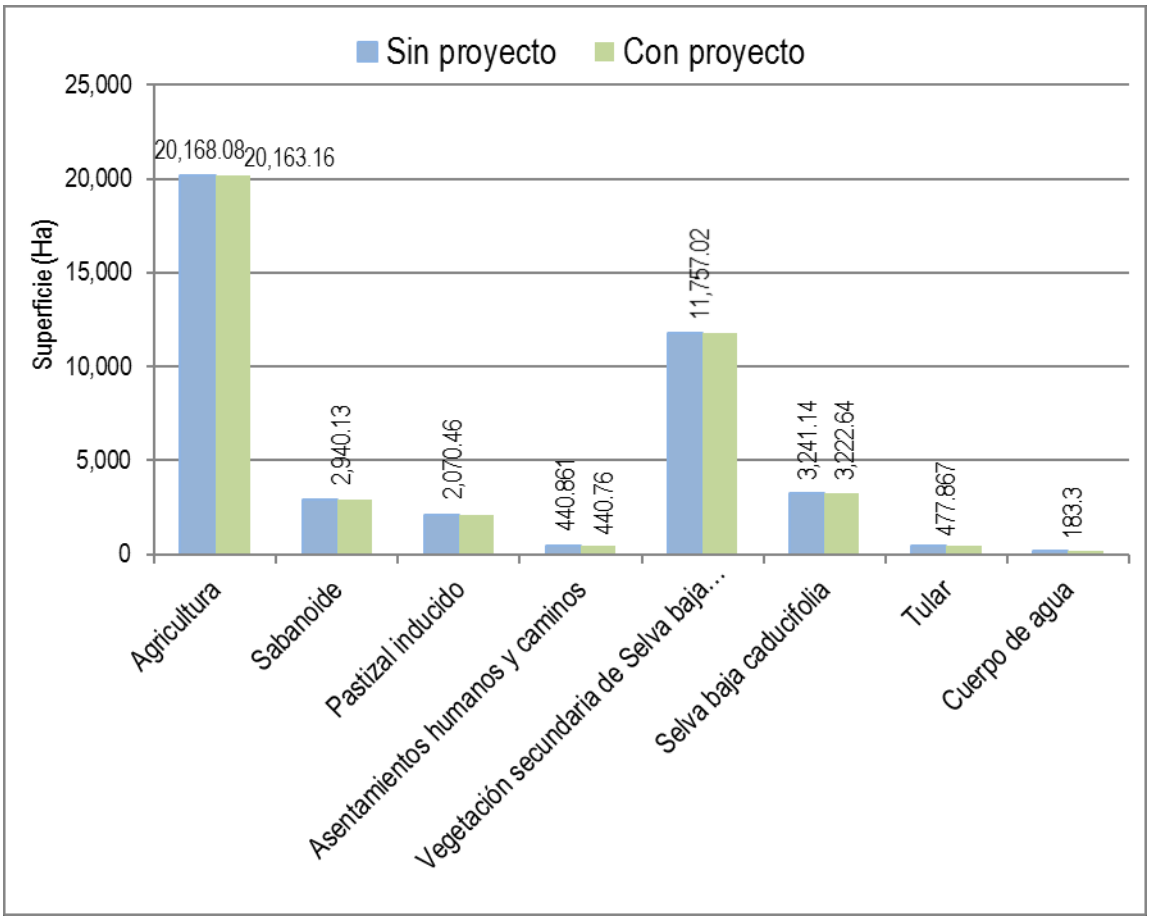


Figura VII–2. Comparación de las superficies por uso de suelo y vegetación en el SA actual, contra la condición que tendrían con el proyecto.

Del análisis anterior se desprende que, el SA del proyecto ha sido y continúa siendo objeto de incesantes transformaciones humanas que inevitablemente inciden sobre su calidad ambiental, y que los cambios en el uso de suelo que conllevaría el desarrollo de la Central Eólica Cerro Iguana I prácticamente serían imperceptibles (0.057%) en el contexto del sistema que lo acoge. De las transformaciones promovidas por el proyecto, la de mayor relevancia ecológica correspondería a la disminución de 18.5 hectáreas que actualmente cuentan con vegetación de

selva baja caducifolia, y cuyo desmonte (previa autorización en materia de CUSTF) sería necesario para el emplazamiento del proyecto.

Es importante mencionar que de manera independiente a la transformación de las superficies que conllevaría la construcción de este proyecto, el mosaico dinámico de los usos de suelo y vegetación existente en el SA estará muy poco influenciado por la operación del propio desarrollo eólico. Lo anterior se debe a que el arrendamiento de las parcelas para la instalación de infraestructura eléctrica, no restringe el tipo de uso que los propietarios puedan o deseen hacer de sus tierras. De esa manera, la dinámica entre cobertura forestal versus campos productivos, obedece exclusivamente a la propia velocidad de regeneración de las parcelas anteriormente utilizadas con fines agropecuarios y al interés de sus propietarios por llevar a cabo en ellas actividades productivas.

Desde esta perspectiva, la construcción de la Central Eólica no implicará una severa transformación en cuanto al uso y destino del suelo. Asimismo, y como quedó establecido en el Capítulo III de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, ninguna de las normas de uso y ocupación de suelo que son jurídicamente vinculantes, se contrapone con la ejecución de este proyecto eoloeléctrico. Por el contrario, existe una completa congruencia entre el desarrollo del proyecto objeto de la presente MIA con los lineamientos y usos aplicables de los distintos instrumentos de política ambiental.

Partiendo de lo anteriormente expuesto, a corto plazo se prevé que la modificación de los atributos ambientales del SA continuarán, ya que estará sujeto a la apertura de nuevas parcelas agropecuarias sobre áreas que actualmente cuentan con vegetación nativa, así como también a la reconversión de algunas tierras productivas en áreas destinadas para asentamientos humanos carentes de servicios, en los que no necesariamente habrá un estricto apego al cumplimiento de la normatividad federal, estatal y municipal, y cuya derrama económica será considerablemente menor a la que se espera con el proyecto objeto del presente estudio de impacto ambiental.

Como parte de los escenarios a futuro, se espera que el proyecto Central Eólica Cerro Iguana I fortalezca no solamente a la economía de los municipios de Santo Domingo Ingenio y Unión Hidalgo por el suministro de mano de obra, bienes y servicios asociados a su construcción y posteriormente a la operación y mantenimiento, sino a la economía local y regional, ya que algunos de los componentes de las turbinas de viento y de las subestaciones eléctricas son

manufacturadas en otras partes del país, o bien, provienen de otros países, con lo cual se ven favorecidas no solo las plantas productoras, sino también, las empresas encargadas de su transporte y manejo hasta el polígono del proyecto en el que serán emplazadas.

Adicionalmente, la operación de este proyecto eoloeléctrico contribuirá en la diversificación de las fuentes energéticas del país, a partir del uso de energías renovables, lo cual constituye una alternativa para reducir la dependencia de recursos no renovables como los combustibles fósiles, para la generación de electricidad, lo cual además evita la emisión de los gases con efecto invernadero que son responsables del cambio climático global.

A continuación se presenta un cuadro, en el cual se compara el comportamiento esperado de los principales atributos ambientales del SA que pudieran ser modificados con el desarrollo de la Central Eólica Cerro Iguana I. En este cuadro se muestra, además de la situación actual de cada atributo ambiental previo al desarrollo del proyecto, los pronósticos de su comportamiento ante el desarrollo del proyecto en dos escenarios distintos: i) sin la aplicación de medidas de mitigación, y ii) con la implementación de las medidas de mitigación contempladas como parte integral del proyecto, mismas que se describen en el Capítulo VI del presente estudio de impacto ambiental.

VII.1.2 Comportamiento de los principales factores ambientales susceptibles de modificación en el SA: comparación entre el escenario actual y el escenario con proyecto.

Factor ambiental	Suelo/Calidad
Escenario actual	En el SA del proyecto Central Eólica Cerro Iguana I, la calidad del componente ambiental suelo se encuentra parcialmente modificado. Se presume el uso de plaguicidas para el control de malezas, hongos e insectos en las parcelas agrícolas, y también de herbicidas no selectivos en aquellas destinadas a la ganadería extensiva. En cuanto a los residuos sólidos de tipo doméstico, existen acumulaciones por la mala disposición de los pobladores de Unión Hidalgo y Santo Domingo Ingenio, mismas que pueden observarse en las orillas de los caminos existentes y en algunos predios con fácil acceso dentro del SA.
Escenario con proyecto, y sin medidas de mitigación	Durante la etapa constructiva de la Central Eólica Cerro Iguana I, las actividades de obra civil traerán como consecuencia la generación de residuos potencialmente contaminantes del suelo. Entre este tipo de residuos se encuentran sobrantes de concreto, cemento, asfaltos, además de embalajes, clavos, alambre y varillas, así como también residuos de tipo peligroso, tales como estopas impregnadas con grasas o aceites, colillas de soldadura, estopas con thinner, aceite gastado y residuos de pintura, que de ser mal manejados o dispuestos de manera incorrecta podrían inducir cambios en el potencial de hidrógeno, alcalinidad, e intercambio iónico y radio catiónico del suelo en el sitio de su disposición, ya sea al interior del polígono del proyecto, o bien, en un área distinta dentro del SA.
Escenario con proyecto, y con medidas de mitigación	Con la aplicación de las medidas de mitigación incluidas previstas en el Capítulo VI de esta MIA, entre las que se incluye la colocación de tambos para basura, la formación de brigadas de limpieza que harán la recolección diaria en los distintos frentes de obra, la instalación de almacenes adecuados y conforme a la legislación vigente, así como la remediación de áreas en atención a cualquier tipo de derrame de concreto o hidrocarburos, además de la contratación de empresas especializadas para el manejo y disposición adecuada de los residuos dependiendo de su naturaleza, no se prevé que el proyecto en su construcción u operación pueda incidir de manera negativa en la calidad de este atributo del ambiente a nivel del polígono del proyecto o del SA que lo recibe. Con relación al uso de agroquímicos y plaguicidas, con el desarrollo de la Central Eólica no existirá una disminución en cuanto a la frecuencia de su uso, toda vez que los propietarios de las parcelas que comprenden el SA del proyecto seguirán teniendo la posesión de sus tierras, y con ello, continuarán llevando a cabo las actividades productivas y prácticas agroquímicas acostumbradas.

Factor ambiental	Aire/Calidad
Escenario actual	En los municipios de Unión Hidalgo y Santo Domingo Ingenio no se cuenta con un inventario de sus emisiones atmosféricas. Hasta el año 2006 cuando operaba el ingenio de Santo Domingo de manera sistemática, con la quema de la caña de azúcar como parte de las actividades de la zafra, se liberaban gases, compuestos orgánicos persistentes, ceniza y humo, lo cual debió ser un problema de escala regional, dada la dispersión de estos componentes por efecto de los intensos vientos de la región. Sin embargo, actualmente la calidad del aire en el SA debe ser aceptable, dado que los cultivos de caña prácticamente han desaparecido y no existe industria que lleve a cabo la quema de diésel, combustóleo y gas L.P en la región. Las fuentes de contaminación atmosférica en el SA se limitan a la circulación de vehículos en las pequeñas vialidades de las dos cabeceras municipales, el tráfico de carga pesada en la Carretera Federal 200 y la gran dispersión de polvos producto de la erosión eólica en las parcelas de cultivo desprovistas de vegetación.
Escenario con proyecto, y sin medidas de mitigación	Durante la etapa constructiva del proyecto, la principal causa de la afectación a la calidad del aire será la operación de los equipos y maquinaria con motores de combustión interna, la cual será empleada para llevar a cabo las excavaciones para la cimentación de los aerogeneradores y para las zanjas de la red subterránea de media tensión, así como la maquinaria empleada para la nivelación y compactación del terreno para la conformación de las plataformas de montaje y los caminos interiores. Adicionalmente, también los vehículos que serán empleados para el transporte de materiales contribuirán en la emisión de monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO2), óxidos de nitrógeno (NOx), e hidrocarburos (HC) no quemados. La magnitud de este impacto dependerá en gran medida del estado de los motores y de su programa de mantenimiento, pero podría llegar a percibirse un ligero aumento a escala del SA. Por otro lado, las actividades de desmonte, despalme, y el relleno y la compactación del terreno para la formación de plataformas, traerán como consecuencia la generación y suspensión de polvos hacia la atmósfera, que dependiendo de la magnitud de los vientos, podrían llegar a dispersarse en el SA del proyecto. Durante la operación del proyecto, aun sin la implementación de medidas de mitigación, no se prevé la generación de partículas suspendidas, ya que en esta etapa no habrá movimientos de tierras ni excavaciones. Con respecto a las emisiones de contaminantes, estas prácticamente desaparecerán una vez que la Central Eólica entre en operación, dado que el uso de maquinaria quedará restringido a las actividades de mantenimiento que eventualmente pudieran requerir los caminos interiores.

Factor ambiental	Aire/Calidad
Escenario con proyecto, y con medidas de mitigación	Con la aplicación de las medidas de mitigación previstas en el Capítulo VI de esta MIA, se podrá disminuir el levantamiento de partículas a la atmósfera mediante el riego frecuente de suelos expuestos en las áreas en construcción, el transporte de materiales en fase húmeda y el uso de lonas en los camiones que los transportarán. Asimismo, se solicitará que los equipos y maquinaria, aun cuando estén excluidos del cumplimiento de diversas normas oficiales mexicanas por estar relacionados con la industria de la construcción, se encuentren en óptimas condiciones y mantengan un mantenimiento periódico, además de ser apagados si se encuentran inactivos. La afectación de este atributo del ambiente que debe ser considerada de tipo residual en el SA, podría ser perceptible incluso fuera de los límites del SA, aun considerando la aplicación de las medidas de mitigación. La afectación a la calidad del aire será temporal y estará restringida al tiempo que duren las obras, ya que durante operación de la Central Eólica, la generación de partículas será muy similar a la situación que prevalece actualmente en el SA

Factor ambiental	Calidad acústica
Escenario actual	Actualmente las únicas fuentes generadoras de ruido en el SA corresponden al tránsito de vehículos y camiones en las cabeceras municipales y en la carretera federal, así como el correspondiente a la operación de los turbinas de viento en otros desarrollos eólicos. Sin embargo, los niveles de ruido son bastante bajos y la calidad auditiva es bastante aceptable a nivel del SA, toda vez que no existe una problemática de tráfico vehicular en la región estudiada, y la emisión de ruido por la operación de los aerogeneradores consiste fundamentalmente en frecuencias bajas infrasónicas, que se encuentran por debajo del espectro audible de los humanos.
Escenario con proyecto, y sin medidas de mitigación	Durante la construcción de la Central Eólica Cerro Iguana I se espera la generación de vibraciones y ruido —que incluso rebasará los 100 dB(A) por lapsos cortos de tiempo dentro y en las proximidades de los frentes de obra—, principalmente debido al transporte de materiales y al uso de equipo y maquinaria que será empleada para la compactación y nivelación del terreno. Es posible que el ruido ocasionado por las actividades constructivas del proyecto sea percibido lejos de los frentes de obra pero dentro del SA, sin embargo, —aún sin la implementación de las medidas de mitigación propuestas— difícilmente será percibido en los asentamientos humanos de las cabeceras municipales, ya que el proyecto se ubica en una zona rural, con lo cual el número de personas receptoras se reduce a los habitantes de las 12 cabañas que se ubican en las inmediaciones del proyecto (al menos a una distancia de 250 m), y a los propietarios de las parcelas durante sus faenas de campo.

Factor ambiental	Calidad acústica
Escenario con proyecto, y con medidas de mitigación	Este impacto será principalmente de carácter temporal mientras duren las obras, y aunque le aplican algunas medidas de mitigación descritas en el Capítulo VI de esta MIA, podrá ser perceptible para los propietarios de las parcelas durante sus actividades agropecuarias. De igual forma, podría llegar a percibirse el ruido de los camiones utilizados para el transporte de materiales en las colonias de Santo Domingo Ingenio contiguas a la carretera federal, por ello, entre la serie de medidas contempladas se tiene la obligatoriedad del cierre de escapes de las unidades cuando se encuentren circulando dentro del Área del Proyecto y en la zona urbana de la cabecera municipal, así como el apagado de motores inactivos y el cumplimiento de los tiempos de afinación y mantenimiento recomendados por el fabricante de dichos vehículos. Durante la operación la Central Eólica, los niveles de ruido serán muy similares a los que se registran actualmente en el SA, ya que aun cuando el movimiento de las palas de los aerogeneradores podría incrementar los niveles de ruido en el Área del Proyecto, estos consisten en frecuencias bajas infrasónicas (<1-2 kHz), es decir, aquellas que se encuentran por debajo del espectro audible de los humanos. Aun cuando pudiera haber una ligera variación en los niveles de ruido por la operación del proyecto, estos no rebasarán los límites máximos permitidos para fuentes fijas, de acuerdo a lo que establece la NOM-081-SEMARNAT-1994 tanto para el horario diurno como para el nocturno.

Factor ambiental	Hidrología superficial/ Cambios en los patrones hidrológicos del sitio
Escenario actual	El SA, y de manera específica el polígono en el cual se desarrollará el proyecto, cuenta con un patrón de drenaje superficial que de manera natural evita que los escurrimientos pluviales temporales se acumulen formando algún embalse. El patrón de drenaje superficial podría haber sido modificados por la transformación del terreno producto de las actividades de desmonte y despalme para la apertura de los campos agropecuarios, así como para conducir mediante zanjas, el agua de lluvia hacia determinadas parcelas que requieran de su suministro, o bien, hacia causes de mayores dimensiones para su desfogue.
Escenario con proyecto, y sin medidas de mitigación	De completarse el proyecto eoloeléctrico sin llevar a cabo las obras de drenaje necesarias, o bien, con un diseño deficiente, se prevé que la construcción de los caminos interiores interrumpirán e incluso azolvarán los actuales escurrimientos naturales. Ello implicaría la modificación del patrón de escorrentías superficial, y una potencial transformación de las características del terreno y de las parcelas agropecuarias ubicadas en sus extremos. Asimismo, podría ocurrir la inundación de algunas parcelas y el desabasto de aquellas otras que se ubiquen en una cota altitudinal más baja, pudiendo en ambos casos, afectar la producción de las mismas.
Escenario con proyecto, y con medidas de mitigación	De llevarse a cabo el proyecto, implementando las medidas de mitigación conducentes, es decir, evitando el caído de materiales que interrumpan el flujo hidrológico y construyendo las obras hidráulicas con sus dimensiones y secciones adecuadas, se mantendría el flujo natural de las escorrentías superficiales. Puede considerarse que con la adopción de las medidas propuestas, no se prevería una modificación de las escorrentías naturales, e incluso se optimizaría la posibilidad del paso del agua entre las parcelas productivas, en comparación con las condiciones que prevalecen actualmente en el polígono del proyecto.

Factor ambiental	Flora
Escenario actual	El SA en el que se desarrollará el proyecto, corresponde a un espacio en el que las actividades humanas han transformado parcialmente las características naturales como consecuencia de las intensas actividades productivas que se han desarrollado en la región desde principios del siglo XX —cuando se consolidó el ingenio productor de azúcar de Santo Domingo—, y el asociado incremento en el tamaño poblacional de las cabeceras municipales. Estas actividades han reducido las áreas que actualmente mantienen algún tipo de cobertura vegetal nativa, y en la cual se han modificado las interacciones y procesos ecológicos originales. Como muestra de lo anterior, los usos de suelo y vegetación que se distribuyen actualmente en el SA corresponden en su gran mayoría a superficies que han sufrido algún tipo de intervención antrópica, al grado que solamente el 38% de la superficie del SA mantiene todavía algún tipo de cobertura vegetal.
Escenario con proyecto, y sin medidas de mitigación	Como se mencionó previamente, la construcción de la Central Eólica Cerro Iguana I implicará el desmonte y el despalme de una superficie de 18.5 hectáreas en las que actualmente es posible encontrar vegetación de selva baja caducifolia en distintos estados de conservación. La dinámica de la transformación de los usos de suelo y vegetación en el SA, aun cuando haya predios en los que la vegetación pudiera regenerarse tras el abandono de actividades productivas, es a la pérdida de la cubierta vegetal y a su sustitución por nuevos campos agrícolas y de ganadería extensiva, así como por la instalación de infraestructura eléctrica de otros desarrollos eólicos en el SA y el crecimiento de las fronteras urbanas de Unión Hidalgo y Santo Domingo Ingenio. El desmonte requerido para la construcción del proyecto implicará una disminución en la superficie que mantiene algún tipo de cubierta vegetal en el SA. Ante esta transformación, no existe la posibilidad de extinción local de ninguna especie vegetal, ya que todas las especies que fueron registradas en el polígono del proyecto durante el trabajo de campo, se encuentran bien representadas, no sólo al interior del SA, sino de grandes superficies que originalmente contaban con vegetación de selva baja caducifolia en la vertiente del pacífico mexicano.

Factor ambiental	Flora
Escenario con proyecto, y con medidas de mitigación	Dado que habrá una afectación de la cobertura vegetal considerada forestal como consecuencia del desmonte necesario para la ocupación de las obras del proyecto eólico, este impacto ambiental que es considerado residual en el contexto del Sistema Ambiental será compensado con la aportación al Fondo Forestal Mexicano al obtener la autorización para el Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales, para que a través de este mecanismo federal, los recursos aportados sean implementados en actividades que promuevan la conservación o restauración de ecosistemas forestales degradados. Como una medida de mitigación adicional, y aun cuando ninguna de las especies de flora registradas en el predio se encuentre enlistada en alguna categoría de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, se ha contemplado la implementación de un Programa de Rescate de Flora. Este programa se enfocará específicamente en el rescate de individuos menores a un metro de altura, y pertenecientes a especies arbóreas características de la selva baja caducifolia, mismos que serán donados a terceros para llevar a cabo actividades de reforestación. Independientemente del desarrollo de la Central Eólica y de la implementación o no de las medidas de mitigación propuestas en el Capítulo VI de esta MIA, la tendencia de deterioro en el SA continuará por la transformación de la vegetación remanente en parcelas agrícolas. Lo anterior se debe a que el arrendamiento de las parcelas por parte de los distintos promovente para el emplazamiento de los desarrollos eólicos, no restringe el tipo de uso que los propietarios puedan o deseen hacer de sus tierras. De esa manera, la dinámica entre cobertura forestal versus campos productivos, obedece exclusivamente a la propia velocidad de regeneración de las parcelas anteriormente utilizadas con fines agropecuarios y al interés de sus propietarios por llevar a cabo en ellas actividades productivas.

Factor ambiental	Fauna
Escenario actual	Los resultados de los inventarios faunísticos realizados en el Área del Proyecto mostraron una riqueza de 104 especies (con un total de 1,354 individuos totales), lo cual equivale aproximadamente al 3.60% de la totalidad de vertebrados que alberga México. De las 104 especies, 13 se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010; 4 especies para la categoría de Amenazada (A), y 9 en la categoría de Protección Especial (Pr). De la riqueza total registrada, los anfibios quedaron representados por 6 especies, los reptiles por 20, los mamíferos por 16 y las aves por 62 especies. La gran riqueza de aves en la región del Istmo de Tehuantepec ha sido atribuida por distintos investigadores, a que esta zona es ampliamente utilizada por las aves migratorias de Norteamérica para cruzar entre las vertientes del Atlántico y del Pacifico de México en su travesía hacia las áreas de invernación al sur, y posteriormente en su regreso a las zonas de reproducción en Estados Unidos y Canadá.
Escenario con proyecto, y sin medidas de mitigación	Con relación a la fauna, el proyecto afectará la abundancia de vertebrados durante sus distintas etapas, siendo la principal actividad durante la etapa constructiva del proyecto, el desmonte de las 18.5 hectáreas que actualmente cuentan con vegetación de selva baja caducifolia, en distintos estados de sucesión y conservación. Adicionalmente, la perturbación generada por el uso de equipo y maquinaria para la excavación de las cimentaciones, así como para la nivelación y compactación del terreno para el desplante de las plataformas, ahuyentarán a distintas especies de fauna silvestre del Área del Proyecto. Además del ahuyentamiento, también existe la posibilidad de influir en la abundancia de fauna silvestre como consecuencia del atropellamiento de algunos individuos con los vehículos o maquinaria durante la etapa de construcción. Asimismo, la falta de concientización del personal relacionado en las diferentes actividades de obra, implica siempre un aprovechamiento no regulado de la fauna silvestre, algunas veces para autoconsumo y muchas otras sin objetivo alguno. Si bien la operación de los desarrollos eólicos representa un factor de riesgo para las aves y murciélagos que utilizan o cruzan las áreas en las que se emplazan las turbinas de viento, su impacto potencial es difícilmente predecible *a priori*, ya que existen múltiples factores que interactúan de forma simultánea para la determinación de sus rutas de vuelo, tales como: la topografía del lugar, la dirección y la fuerza de los vientos locales, las condiciones climáticas (por ejemplo, la visibilidad reducida por niebla puede aumentar el riesgo de colisión) además de las características del diseño de los aerogeneradores y su ubicación. Adicionalmente, las tasas de colisión asociadas a un determinado parque eoloeléctrico estarán determinadas por características intrínsecas de las especies de aves y murciélagos presentes, tales como su tamaño, las alturas de vuelo, el uso que hagan del espacio aéreo en el que se encuentra emplazado el desarrollo eólico, y a las fluctuaciones

Factor ambiental	Fauna
	estacionales de dichas poblaciones, ya que algunas especies serán residentes permanentes y otras estarán presentes en la zona sólo durante una temporada específica del año. Aun cuando se prevé que durante la etapa operativa del proyecto habrá colisiones de aves y murciélagos contra las turbinas de viento y antenas de anemometría instaladas, sin la implementación de un estudio específico para el monitoreo de las poblaciones de estos grupos de vertebrados, sería imposible determinar la magnitud de este impacto y la posibilidad de emitir medidas de mitigación específicas.
Escenario con proyecto, y con medidas de mitigación	Previo a cualquier actividad constructiva relacionada con el proyecto, se implementará el Programa de Manejo y Rescate de Vertebrados Silvestres, el cual forma parte de las medidas de mitigación propuestas para el proyecto. Este programa que será elaborado y ejecutado por biólogos especialistas en el manejo de fauna silvestre, contemplará el rescate y reubicación de todos los organismos de lento desplazamiento que sean registrados en el predio, independientemente de que estén o no enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT 2010. Asimismo, se tiene contemplado mediante pláticas, la concientización del personal que laborará en la construcción del proyecto, a fin de evitar que se practique la captura o cacería en la zona del proyecto, así como la introducción de fauna doméstica. Debido al considerable número de aves residentes y migratorias que transitan sobre el Istmo de Tehuantepec y a la abundancia de distintas especies de murciélagos que se encuentran en la región, se implementará un programa de monitoreo previo a la construcción para analizar los patrones de movimiento y el uso que estos grupos de vertebrados están haciendo del área destinada al proyecto. Los resultados de esta etapa del programa (pre-construcción) permitirán prever el posible efecto que tendría la operación del proyecto sobre las poblaciones de aves y murciélagos, y de ser necesario, implementar medidas adicionales de mitigación. De igual forma, durante la operación de la Central Eólica Cerro Iguana I, el programa de monitoreo incluirá entre sus actividades, la búsqueda de cadáveres. Ello permitiría obtener datos de campo sobre el total de fatalidades que estarían ocurriendo; información que deberá ser utilizada para establecer un plan adaptativo para la protección de estos grupos de vertebrados.

VII.2 Conclusiones

En conclusión, el escenario esperado durante la etapa de construcción de la Central Eólica Cerro Iguana I es similar al de una obra civil que se pretende emplazar en un área rural, con la particularidad de que requerirá la remoción de 18.5 hectáreas de vegetación considerada forestal, para lo cual será necesario obtener la autorización para el CUSTF. Con respecto a la etapa operativa, el principal impacto identificado es el riesgo de colisión de aves y murciélagos contra la infraestructura instalada, cuya magnitud y potenciales medidas adicionales de mitigación serán determinados mediante el programa de monitoreo de sus poblaciones que ha sido propuesto en el Capítulo VI de esta MIA.

Con base en los resultados de este estudio de impacto ambiental, se puede establecer que los impactos esperados durante las obras son mitigables y con impactos residuales tolerables, siempre y cuando se apliquen las medidas de mitigación previstas en el Capítulo VI de este estudio. Asimismo, la evaluación de los impactos realizada permitió determinar que los impactos benéficos socioeconómicos serán de significancia en el contexto del SA y perdurarán durante toda la vida útil del proyecto.

Considerando la construcción y operación del proyecto en función del espacio estudiado que la acoge, de la valoración de los impactos ambientales adversos potenciales previstos y de las medidas de protección propuestas, se estima que el cambio en el SA a consecuencia de esta obra es aceptable en términos de ocupación territorial y consumo de recursos, así como compatible con los instrumentos jurídicos aplicables.

Partiendo de lo anteriormente expuesto, se tiene el siguiente escenario resultante:

- El proyecto aun cuando conlleva un inminente riesgo de colisiones de aves y murciélagos contra la infraestructura eléctrica instalada, no representa riesgos que impliquen la desaparición de poblaciones de especies protegidas, no se prevé la generación de afectaciones significativas que pudieran desencadenar un desequilibrio ecológico, y no conlleva riesgos a la salud humana.
- En el presente documento, se han propuesto medidas y estrategias tendientes a la minimización, prevención y compensación de los impactos ambientales identificados, mismas que son congruentes con la naturaleza del proyecto y el entorno en el que se

desarrolla, así como técnicamente posibles, financieramente viables y admiten seguimiento y documentación.

- La adopción de las medidas de mitigación establecidas en esta MIA, así como aquellas que pudieran derivar de la resolución administrativa emitida por la SEMARNAT, permitirán dar certidumbre a que el desarrollo del proyecto no modificará la estructura y función del ecosistema, y a que su implementación constituirá un compromiso tácito por parte del promovente y de sus contratistas.

En virtud de lo anteriormente expuesto, se tiene que el proyecto se considera como ambientalmente viable, compatible con la naturaleza y vocación del sistema ambiental en el que se ve inserto, así como congruente con los ordenamientos jurídicos y administrativos aplicables para el sitio del proyecto.

CAPÍTULO VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

CONTENIDO

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 323

VIII.1 METODOLOGÍA PARA DETERMINAR USOS DE SUELO Y VEGETACIÓN A NIVEL DEL SA 323

VIII.2 DETERMINACIÓN DEL INVENTARIO FAUNÍSTICO DEL PROYECTO 335

IX. REFERENCIAS.....362

X. ANEXOS 381

FIGURAS

Figura VIII–1. Porcentaje de ocupación de los Usos de Suelo y Vegetación dentro del SA..... 324

Figura VIII–2. Ubicación geográfica de los sitios de muestreo..... 332

Figura VIII–3. Herpetólogo en busca de anfibios y reptiles en el área de estudio. 348

Figura VIII–4. Manipulación de individuo de Symphimus leucostomus para toma de fotografía. 350

Figura VIII–5. Registro fotográfico de individuos de la especie Kinosternon scorpioides. 350

Figura VIII–6. Ejemplificación de un registro obtenido (Odocoileus virginianus) a través de una entrevista realizada a gente que habita en el predio. 351

Figura VIII–7. Trampa Sherman cebada con avena..... 352

Figura VIII–8. Trampa Sherman activa (con roedor al interior). 352

Figura VIII–9. Trampa tipo Tomahawk para contención de mamíferos medianos. 353

Figura VIII–10. Colocación de red de niebla en el área de estudio..... 353

Figura VIII–11. Captura de murciélago a través de la red de niebla. 353

Figura VIII–12. Obtención del registro de la especie Mazama temana a través de una huella. 354

Figura VIII–13. Obtención del registro de la especie Sylvilagus floridanus a través de excreta. 354

Figura VIII–14. Ornitóloga durante un recorrido en transecto lineal en el área de estudio. 355

Figura VIII–15. Colocación de red de niebla para captura de aves..... 356

Figura VIII–16. Individuo de Polioptila albiloris, la cual se capturó a través de una red de niebla. 356

Figura VIII–17. Proporción de especies identificadas por grupo de vertebrados, para el área de estudio. 358

TABLAS

Tabla VIII–1.Tipos de vegetación y uso de suelo reportados dentro del SA definido para el proyecto. 324

Tabla VIII–2. Tipos de vegetación y uso de suelo reportados dentro del AP. 330

Tabla VIII–3. Cuadro de construcción de los sitios de muestreo. 331

Tabla VIII–4. Superficie por tipo de vegetación o uso de suelo que será susceptible de afectación por la construcción del parque eólico en el Área del Proyecto. 333

Tabla VIII–5. Especies endémicas a México registradas en el área de estudio. 361

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1 Metodología para determinar usos de suelo y vegetación a nivel del SA

Para la zonificación y descripción de los tipos de vegetación y/o uso de suelo presentes en el Sistema Ambiental (SA) definido para el proyecto, se consideraron los siguientes pasos:

- Como primer paso se realizó una clasificación de los usos de suelo y vegetación presentes en el SA definido en el apartado IV.2 de este mismo documento. Para esta clasificación se utilizó como base la carta de uso de suelo y vegetación en formato digital serie V (INEGI, 2012) escala 1:250,000.
- Como siguiente paso se llevaron a cabo recorridos de campo dentro del SA para confirmar y delimitar las diferentes asociaciones vegetales y usos de suelo presentes.
- Finalmente con la información obtenida de INEGI y la que se generó en campo se realizó una clasificación final de las asociaciones vegetales y los usos de suelo existentes en el SA.

Resultados de los tipos de uso de suelo y vegetación a nivel del SA

Dentro del SA del proyecto se identificaron 8 usos de suelo y/o vegetación; su superficie y proporción con relación al total del SA se presenta en la siguiente tabla. Más delante, en este mismo apartado, se describen las distintas unidades, de acuerdo con la clasificación que utiliza el INEGI (Serie V).

Tabla VIII–1.Tipos de vegetación y uso de suelo reportados dentro del SA definido para el proyecto.

No.	Clave	Uso de Suelo y/o Vegetación	Superficie (m²)	Superficie (ha)	%
1	A	Agricultura	201,680,792.118	20,168.079	48.86
2	VSa/SBC	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	117,570,162.418	11,757.016	28.48
3	SBC	Selva Baja Caducifolia	32,411,440.727	3,241.144	7.85
4	VSI	Sabanoide	29,401,264.785	2,940.126	7.12
5	PI	Pastizal Inducido	20,704,601.303	2,070.460	5.02
6	VT	Tular	4,778,674.238	477.867	1.16
7	AH	Asentamientos Humanos	4,408,608.695	440.861	1.07
8	H2O	Cuerpo de Agua	1,833,001.951	183.300	0.44
		Totales	**412,788,546.235**	**41,278.855**	**100.00**

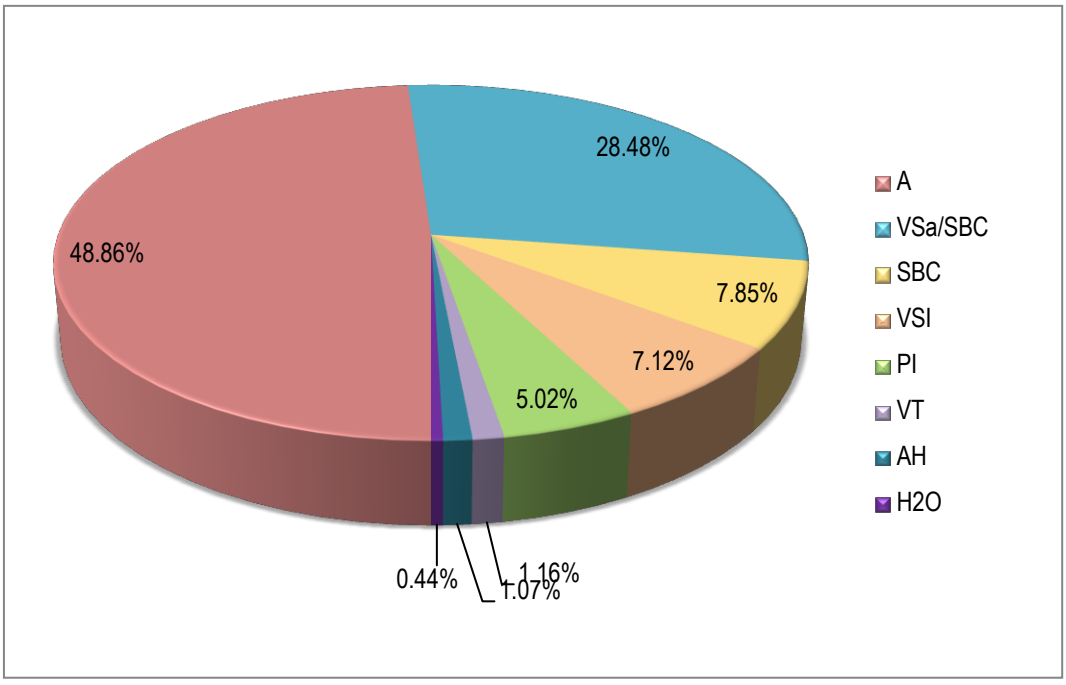


Figura VIII–1. Porcentaje de ocupación de los Usos de Suelo y Vegetación dentro del SA

Descripción de usos de suelo y vegetación a nivel del SA

Para la descripción de los usos de suelo y/o vegetación identificados en el SA, se tomó como base la Guía para la interpretación de cartografía específica de uso de suelo y vegetación (INEGI 2005). A continuación se presenta esta descripción.

Agricultura

Se incluyen todos aquellos conceptos referentes al uso que el hombre da a los suelos o soportes inertes que sostienen cultivos. La clasificación de los tipos de agricultura se hace teniendo en cuenta la disponibilidad de agua para los cultivos, en temporal, riego y humedad; como variante de la agricultura de temporal establecida permanentemente se diferencia la itinerante y la nómada.

En el SA definido para el proyecto se presentan los siguientes tipos de agricultura:

Agricultura de riego. Considera los diferentes sistemas de riego (método con el que se proporciona agua suplementaria a los cultivos, durante el ciclo agrícola). Esencialmente, es la manera de cómo se realiza la aplicación del agua, pudiendo ser por aspersión, goteo, canales o cualquier otra técnica, y es independiente de la duración del cultivo (meses, años o décadas).

Agricultura de temporal. 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, sea independiente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, un año o más de diez como los frutales. O bien son por periodos dentro de un año como los cultivos de verano. En el SA, este uso de suelo tiene cultivos de maíz, frijol y sorgo,

Este uso de suelo en su conjunto ocupa una superficie de 20,168.079 ha, que representa el 48.86% de la superficie total del SA, dentro de los cultivos más importantes se encuentran el maíz, frijol, sorgo, alfalfa, así como algunos cultivos frutales de traspatio para autoconsumo y para comercializar en baja escala.

Vegetación secundaria de selvas

La vegetación secundaria se define como una comunidad originada por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original; en

otros casos presenta un aspecto y composición florística diferente. Se desarrollan en zonas desmontadas para usos pecuarios y en áreas agrícolas abandonadas (INEGI, 2005).

En el Sistema Ambiental definido para el proyecto es difícil saber a ciencia cierta la vegetación primaria que se distribuía con anterioridad en la superficie que se encuentra cubierta por este tipo de vegetación, sin embargo, mediante el análisis de los tipos de vegetación que se distribuyen en sus colindancias y en su cercanía, se puede considerar que mayormente fue originada por la remoción de Selva Baja Caducifolia.

En la clasificación de esta comunidad se consideran tres etapas sucesionales secundarias (árbórea, arbustiva y herbácea); en el SA solamente se identificó la vegetación secudaria arbustiva, la cual se describe a continuación:

Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia (VSa-SBC): Este tipo de vegetación se desarrolla transcurrido un tiempo corto después de la eliminación o perturbación de la vegetación original; en general están formadas por muchas especies. Ejemplos de especies indicadoras de comunidades secundarias arbustivas en las selvas son *Acacia spp., Mimosa bahamensis, Calliandra spp., Opuntia spp*. y abundantes compuestas.

Dentro del SA este uso de suelo es el segundo más abundante ocupando una superficie de 11,757.016 hectáreas que representa el 28.48% respecto a la superficie total del mismo.

Selva Baja Caducifolia (SBC)

Las selvas son comunidades formadas por vegetación arbórea de origen meridional (Neotropical), generalmente de climas cálido húmedo, subhúmedo y semiseco. Están compuestas por la mezcla de un gran número de especies, muchas de las cuales presentan contrafuertes o aletones. Posee bejucos, lianas y plantas epífitas, frecuentemente con árboles espinosos entre los dominantes. A diferencia de los bosques, las selvas son comunidades muy complejas en cuanto a la composición de su flora, por lo que su clasificación se realiza con base principalmente en su aspecto fisonómico y secundariamente en su composición florística.

Se clasifican de acuerdo con su altura y a la persistencia o caducidad de la hoja durante la época más seca del año. Clasificación por altura (según INEGI): Selva baja: 4 a 15 m, Selva mediana: 15 a 30 m y Selva Alta: mayor de 30 m. Clasificación por persistencia y caducidad de la hoja

(según INEGI): Caducifolia: más del 75% de las especies tiran las hojas en la época seca del año; Subcaducifolia: entre el 50 y el 75% de las especies tiran la hoja en la época crítica; Subperennifolia: entre el 25 y el 50% de las especies lo hacen y Perennifolia: más del 75% de las especies conservan la hoja todo el año.

El tipo de selva que se distribuye en el SA definido para el proyecto es la denominada Selva Baja Caducifolia, ya que el estrato arbóreo está entre 4 y 8 metros y más del 75% de sus especies tiran la hoja en la época seca del año; se reporta cubriendo una superficie de 3,241.144 ha, que representa el 7.85% de la superficie total del mismo. Algunas especies importantes son *Lysiloma spp* (tsalam, guaje), *Piscidia piscipula* (ja'bín), *Bursera simaruba* (chaka', palo mulato), *Cedrela odorata* (cedro rojo), *Cordia spp* (ciricote, cuéramo), *Alvaradoa amorphoides* (belsinikche', camarón), *Lonchocarpus rugosus*, *Cordia gerascanthus, Gyrocarpus sp., Neomillspaughia emarginata, Gyrocarpus americanus y Caesalpinia gaumeri, Spondias purpurea, Heliocarpus donell smithi, Amphipterygium adstringens*, entre otros.

Sabannoide (VSI)

Se debe a la intervención del hombre que ha talado, quemado y sobrepastoreado el bosque, al grado de volverse tolerante al fuego. La sabana está dominada principalmente por gramíneas, pero es común encontrar un estrato arbóreo bajo de 3 a 6 m de alto. Se desarrolla sobre terrenos planos o poco inclinados, en suelos profundos y arcillosos que se inundan durante el periodo de lluvias y en la época seca se endurecen al perder el agua. La vegetación de esta comunidad se caracteriza por la dominancia de pastizales como: *Andropogon bicornis, Paspalum pectinatum, Andropogon altus, Imperata sp., Panicum maximum* y otros. También existen algunas ciperaceas como *Cyperus sp. y Dichromena ciliata*. Además de las plantas arbóreas como jícaro (*Crescentia cujete*), cuatecomate (*Crescentia alata*), tlachicón (*Curatella americana*) y nanche (*Byrsonima crassifolia*).

El uso principal de las sabanas es la ganadería, por la gran cantidad de gramíneas que en ella se encuentran. La recolección de frutos de nanche y jícaro son importantes por su valor comestible, medicinal y artesanal. En la franja litoral del sur de Oaxaca y del sureste de Guerrero pueden observarse extensas superficies cubiertas por un pastizal con *Byrsonima* y *Curatella*, semejante en su fisonomía a la Sabana, pero que se desarrolla sobre laderas de cerros con inclinación variable, a veces bastante pronunciada y con suelos que no tienen indicios de drenaje lento. Al

igual que en la vertiente atlántica, estas comunidades a menudo forman mosaicos con encinares de clima caliente (INEGI, 2005). Dentro del SA definido para el proyecto, esta asociación vegetal se reporta cubriendo 2,940.126 ha que representa el 7.12% de la superficie total del mismo.

Pastizal Inducido (PI)

Es aquel que surge cuando es eliminada la vegetación original. Este pastizal puede aparecer como consecuencia de desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia. Son de muy diversos tipos y aunque cabe observar que no hay pastizales que pudieran considerarse como totalmente libres de alguna influencia humana, el grado de injerencia del hombre es muy variable y con frecuencia difícil de estimar. Aun haciendo abstracción de los pastos cultivados, pueden reconocerse muchas áreas cubiertas por el pastizal inducido, que sin duda alguna sostenían otro tipo de vegetación antes de la intervención del hombre y de sus animales domésticos. Como se señaló anteriormente, los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene.

Entre los géneros a que pertenecen las gramíneas dominantes pueden citarse: *Andropogon, Aristida, Bouteloua, Bromus, Deschampsia, Hilaria, Muhlenbergia, Stipa, Trachypogon y Trisetum*. Este uso de suelo se distribuye en una superficie de 2,070.460 ha que representa el 5.02% de la superficie total del SA.

Tular (VT)

El tular se puede describir como una comunidad de plantas acuáticas, arraigadas en el fondo, constituida por monocotiledóneas de 80 cm hasta 2.5 m de alto, de hojas largas y angostas o bien carentes de ellas. Se desarrolla en lagunas y lagos de agua dulce o salada y de escasa profundidad. Las especies que predominan en esta asociación son: tule (*Typha domingensis*) y popotillo (*Eleocharis geniculata*); asociados a estas es posible encontrar los llamados carrizales de *Arundo donax*, sin embargo, considerando que no tienen una distribución homogénea es prácticamente imposible hacer una separación del tular con respecto al carrizal y viceversa.

En lo que respecta a superficie, esta asociación se distribuye en 477.867 ha que representa el 1.16% de la superficie total del SA.

Asentamientos Humanos (AH)

Los Asentamientos humanos están ocupados por localidades que resultan significativas a la escala del SA definido para el proyecto. Las superficies identificadas corresponden a las localidades de Santo Domingo Ingenio, La Blanca, Niltepec, Cazaderos de Arriba, Cazaderos de Abajo y Unión Hidalgo, cubriendo una superficie total de 440.861 ha (1.07% de la superficie total).

Cuerpos de agua (H_2O)

Un cuerpo de agua es una masa o extensión de agua, tal como un lago, mar u océano que cubre parte de la Tierra. Algunos cuerpos de agua son artificiales, como los estanques, aunque la mayoría son naturales. Pueden contener agua salada o dulce (INEGI, 2005). Este tipo de uso de suelo corresponde a las Lagunas Dolores y San Lorenzo, las cuales cubren una superficie de 183.300 ha (0.44% de la superficie total del SA).

Metodología para determinar usos de suelo y vegetación a nivel del Área del Proyecto

Para determinar los diferentes usos de suelo y/o vegetación que se desarrollan en el Área del Proyecto (AP) y por ende en la Superficie de Ocupación de Proyecto (SOP) se consideraron los siguientes pasos:

- Revisión de información: Mediante la revisión de la información documental se realizó una clasificación no supervisada de las asociaciones vegetales y los usos de suelo a nivel área del proyecto.
- Recorridos por el predio: Apoyados de GPS Garmin etrex, de esta forma se pudo reafirmar y determinar las diferentes asociaciones vegetales y usos de suelo.
- Levantamiento de información biológica: Finalmente, se realizó el levantamiento de información sobre las características de la estructura y composición de cada uno de los tipos de vegetación forestal identificados en el AP y por ende en la SOP.

Resultados de los tipos de uso de suelo y vegetación a nivel del AP

Mediante el inventario de la vegetación en campo se pudo constatar que los tipos de uso de suelo y vegetación que se distribuyen en el área del proyecto (AP) son: Selva Baja Caducifolia, Agricultura y Caminos existentes (**Tabla VIII–2**).

Tabla VIII–2. Tipos de vegetación y uso de suelo reportados dentro del AP.

No.	Clave	Uso de Suelo y/o Vegetación	Superficie (m²)	Superficie (ha)	%
1	SBC	Selva Baja Caducifolia	8,620,308.532	862.031	70.39
2	A	Agricultura	3,534,080.810	353.408	28.86
3	C	Caminos existentes	91,430.200	9.143	0.75
		Totales	**12,245,819.542**	**1,224.582**	**100.00**

Metodología utilizada para caracterizar las asociaciones vegetales identificadas a nivel local (diseño de muestreo).

Se diseñó un sistema de muestreo estratificado dirigido sobre la superficie cubierta con vegetación forestal al interior del área del proyecto. El tamaño y forma de los sitios de muestreo utilizados fue el siguiente:

- Se diseñó un sistema de muestreo estratificado a través de 17 sitios de muestreo realizados dentro y en las inmediaciones del AP. Los sitios se distribuyeron al azar, con una distancia entre sitios de 1,000 metros en promedio.
- Los sitios de muestreo utilizados son de forma circular: 17.84 m de radio para obtener una superficie muestreada de 1,000 m^2.
- Se utilizaron formatos previamente elaborados donde los atributos que se consideraron son: Nombre común, Diámetro a 30 cm de la base del tronco y Altura total.

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas UTM de los sitios de muestreo donde se colectó la información forestal, mientras que en la **Figura VIII–2** se presenta la ubicación geográfica de los mismos.

Tabla VIII–3. Cuadro de construcción de los sitios de muestreo.

Coordenadas UTM de los sitios de muestreo			
Sitio	**X**	**Y**	**Proyección (zona)**
1	316971	1830150	UTM 15
2	315751	1829752	UTM 15
3	315137	1829558	UTM 15
4	316401	1829101	UTM 15
5	315408	1828769	UTM 15
6	314430	1828471	UTM 15
7	312965	1827984	UTM 15
8	315605	1827997	UTM 15
9	314429	1827593	UTM 15
10	313209	1827192	UTM 15
11	314686	1826810	UTM 15
12	313466	1826405	UTM 15
13	312865	1826214	UTM 15
14	315098	1826068	UTM 15
15	313882	1825686	UTM 15
16	313579	1824704	UTM 15
17	312999	1824107	UTM 15

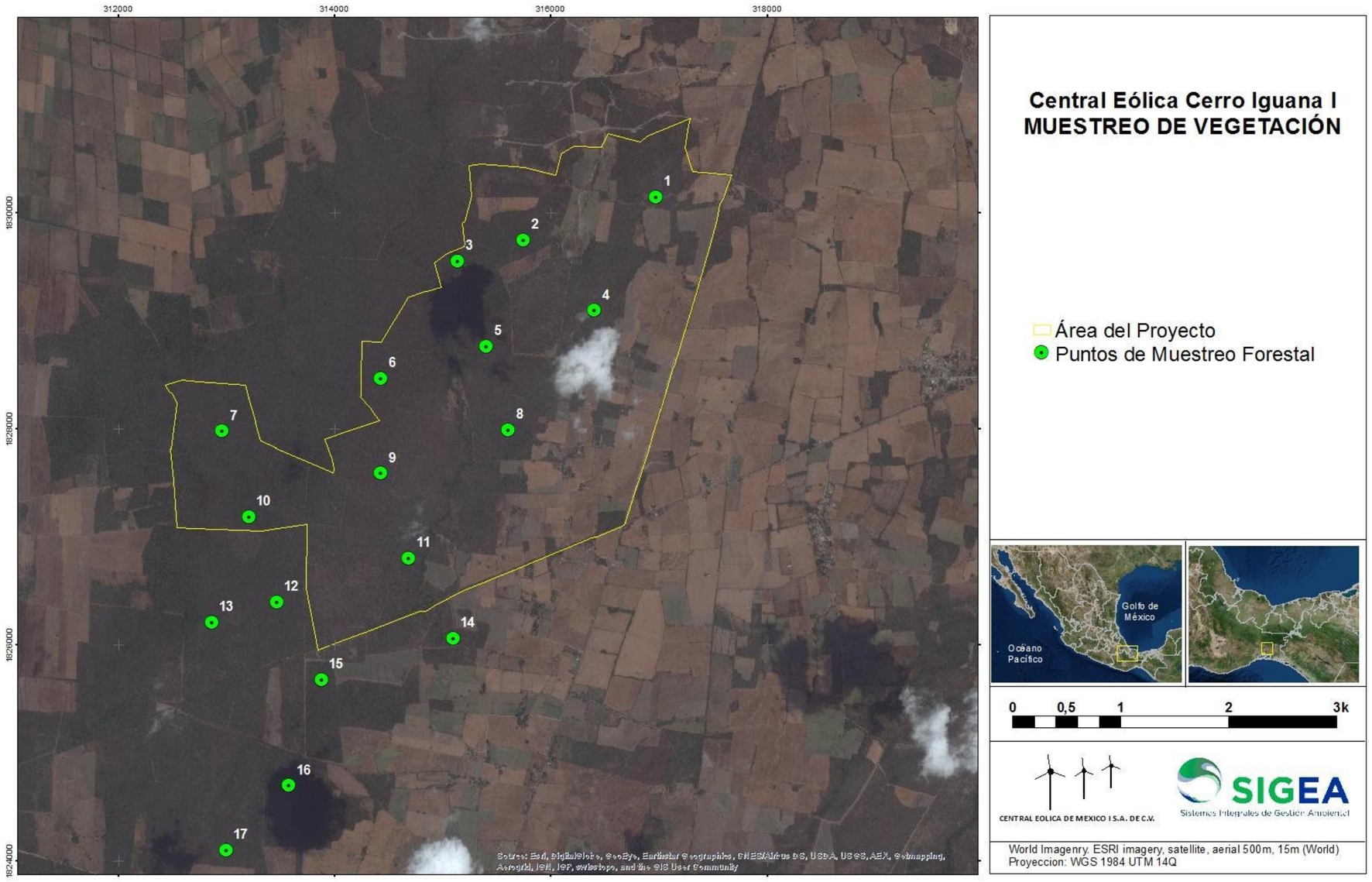


Figura VIII–2. Ubicación geográfica de los sitios de muestreo.

Resultados de la cuantificación de las superficies de afectación directa por el desarrollo del proyecto

Con la sobreposición del Proyecto Central Eólica Cerro Iguana I sobre la capa de usos de suelo y vegetación identificados a nivel del Área del Proyecto, se pudo cuantificar tanto la superficie que será afectada en cada uno de estos usos, como determinar la superficie total que será solicitada de autorización en materia de impacto ambiental para el cambio en el uso de suelo de terrenos forestales.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las superficies forestales y no forestales que serán afectadas —por la instalación de la infraestructura eólica y caminos interiores— en el Área del Proyecto (AP), separadas por uso de suelo y/o vegetación

Tabla VIII–4. Superficie por tipo de vegetación o uso de suelo que será susceptible de afectación por la construcción del parque eólico en el Área del Proyecto.

Uso de Suelo y/o Vegetación		Superficie de ocupación por el proyecto (ha)	%	% del área de ocupación con respecto al AP
Forestal	Selva Baja Caducifolia	18.503	78.65	0.773
	Subtotal (forestal)	**18.503**	**78.65**	**0.773**
No Forestal	Agricultura	4.921	20.92	0.206
	Caminos existentes	0.101	0.43	0.004
	Subtotal (no forestal)	**5.022**	**21.35**	**0.21**
Totales		**23.52**	**100.00**	**0.983**

Descripción de usos de suelo y vegetación a nivel del AP y SOP

A continuación se presenta la descripción de los usos de suelo y/o vegetación identificados en la superficie considerada como área del proyecto y en la superficie de ocupación de proyecto.

Selva Baja Caducifolia (SBC)

En el área del proyecto esta asociación se distribuye en una superficie de 862.031 ha, que representa el 70.39% de la superficie total del mismo. En la SOP esta asociación de vegetación se distribuye en 18.503 ha, que representa el 78.65% con respecto a la superficie total de la

misma. Las especies que predominan en esta asociación en base a los datos recabados en campo son: *Albizzia occidentalis, Cordia alliadora, Psidium sartorianum, Amphypteringium adstringens, Acacia constricta, Caesalpinia eriostachys, Pithecellobium dulce, Caesalpinia coriaria, Pithecollobium conzatti, Caesalpinia platyloba* y *Randia aculeata*.

Agricultura (A)

Este uso de suelo es el segundo mejor representado en el área del proyecto donde los cultivos que más se practican son: Maíz, Frijol y Sorgo, se distribuye en una superficie de 353.408 ha que representa el 28.86% de la superficie total del área de proyecto. Para el desarrollo de la fase I se pretende ocupar una superficie de 4.921 ha, que representa el 20.92% de la SOP.

Caminos existentes (C)

Se catalogó a este uso de suelo a todos aquellos caminos de terracería que se encuentran dentro del área del proyecto y que comunican a algunos ranchos y áreas de cultivo, principalmente, así como a parte de la carretera federal Tuxtla Gutiérrez – Oaxaca, en su conjunto ocupan una superficie de 9.143 ha (0.75% del total). Para el desarrollo de la fase I se pretende ocupar una superficie de 0.101 ha, que representa el 0.43% de la SOP.

Metodología utilizada para caracterizar las asociaciones vegetales identificadas a nivel área del proyecto (diseño de muestreo).

Para caracterizar las asociaciones vegetales identificadas se utilizaron los siguientes parámetros ecológicos:

Riqueza de especies (S): Contabilizada como el número total de taxa registrados en los sitios de muestreo sumado a los identificados durante los recorridos de campo.

Densidad estimada y relativa (De y Dr): La densidad es un parámetro que permite conocer la abundancia de una especie o una clase de plantas, principalmente cuando las formas de vida permiten el conteo independiente de cada individuo. La densidad estimada es el número de individuos de una especie "" presente en un área determinada, para este caso se consideró al nivel de hectárea tipo. La densidad relativa se refiere a la proporción en número de individuos de una especie con relación al resto, expresada en porcentaje.

Coeficiente simple de dominancia (CSD): Considerada como el área que ocupa una especie, la Dominancia relativa (Dor) es el área que ocupa una especie con relación al resto de las especies. Es una medida que se expresa en porcentaje y se calculó a partir de la estimación del área basal, por consiguiente únicamente se determinó para el estrato arbóreo.

Frecuencia (F): La frecuencia se define como la probabilidad de encontrar una especie en una unidad de muestreo, es decir, es el número de unidades de muestreo en la que una especie está presente, por tanto la Frecuencia relativa (Fr), pondera el número de veces en que es encontrada una especie en relación al resto de las especies y es una medida porcentual.

Índice de Valor de Importancia (IVI): El índice de valor de importancia es el parámetro que mide el valor de las especies, en base a tres parámetros: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área), densidad y frecuencia. El índice de valor de importancia (I.V.I.) es la suma de estos tres parámetros.

Índice de Shannon - Wien e r (H'): Con la información sistematizada, se recurrió a un índice no paramétrico para conocer la diversidad florística. El índice de Shannon–Wiener (H') mide la diversidad natural teniendo en cuenta a) el número de especies presentes; y b) cómo se reparten esas especies. Este índice ha sido el más usado para medir la diversidad de flora y fauna, como consecuencia de que satisface algunos criterios que según Molinari (1989) son la sencillez (depende de una variable única), coherencia (unidades en número de especies), interpretabilidad (escala aritmética) y valor heurístico.

Los resultados del análisis de riqueza, densidad absoluta y relativa, altura y diámetro promedio, índice de valor de importancia e índice de Shannon calculados para la asociación vegetal identificada en el área del proyecto se presentan en el Capítulo IV de este mismo documento.

VIII.2 Determinación del inventario faunístico del proyecto

El objetivo de analizar las comunidades faunísticas en un estudio de impacto ambiental radica, por un lado, en la conveniencia de preservarlas como un recurso natural importante y, por otro lado, por ser excelentes indicadores de las condiciones ambientales de un determinado ámbito geográfico.

De acuerdo a la guía de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), son tres los objetivos fundamentales para llevar a cabo la evaluación de la parte correspondiente a fauna, los cuales son: 1) Selección de los grupos para la evaluación de la estabilidad en el sitio donde se establecerá el proyecto. 2) Identificación de las especies con algún régimen de protección derivado de la normatividad nacional y 3) Identificación de las especies que serán afectadas por el establecimiento del proyecto y que están fuera de algún régimen de protección.

Para el primer objetivo conviene destacar que deben considerarse los siguientes aspectos:

Existe una "dificultad taxonómica" derivada de que México es considerado un país megadiverso y del pobre conocimiento que se tiene sobre la presencia y distribución de la mayoría de grupos taxonómicos en México. Ello se traduce en la dificultad para clasificar a los organismos —tarea propia de especialistas y que en muchas ocasiones solo puede realizarse en laboratorio— y en la dificultad para el muestreo, al no conocerse bien el comportamiento de los organismos. Esta limitación se manifiesta sobre todo en los invertebrados, que son los más abundantes y diversos del planeta.

La "escala espacial de su distribución". El espacio vital de ciertos grupos, como es el caso de muchas especies de insectos, es muy reducido y presenta grandes variaciones a pequeñas escalas, por lo cual resulta muy costoso y en parte inútil realizar muestreos exhaustivos para áreas relativamente extensas. Por otro lado, existen especies que presentan muy bajas abundancias y que presentan territorios extremadamente grandes.

La "estacionalidad". Determinadas especies tienen su etapa adulta (en muchas ocasiones la más visible), reducida a un período de tiempo muy corto, presentándose el resto del año como formas resistentes (p.ej. huevos, larvas, etc.), que resultan imposibles de clasificar para quien no es especialista en el tema. El estudio de estas especies implicaría muestreos casi continuos a lo largo del ciclo anual, con las dificultades que esto implica. Otra limitante asociada con la temporalidad la presentan especies con movimientos latitudinales o longitudinales cíclicos (migraciones), con lo cual su registro no es posible excepto durante ciertas temporadas al año, o bien, el incremento generalizado en la actividad de los reptiles y anfibios durante la temporada de lluvias.

Por lo anterior, en el momento de definir el grupo faunístico "indicador" de la situación del ambiente, hay que tener en cuenta las limitaciones anteriormente señaladas. De manera particular, se decidió utilizar a la fauna representada por los vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) como grupo de trabajo sujeto a evaluación en este proyecto, ya que son relativamente fáciles de muestrear y se han tipificado como excelentes indicadores de la estabilidad de una zona determinada. Para este trabajo se llevó a cabo una revisión bibliográfica y de colecciones científicas, con el fin de compilar listados iniciales de las especies que potencialmente se distribuyen en el área de estudio y en el sistema ambiental. Posteriormente se desarrolló el trabajo de campo, cuyos métodos se describen brevemente más adelante.

Es importante tener en cuenta que cuando realizamos el trabajo de campo para la caracterización de un sistema ambiental existen limitaciones de espacio, tiempo y esfuerzo que impiden reconocer las características específicas de cada uno de los aspectos abióticos y además, tener un muestreo total de las especies que integran al ecosistema. Por esta razón, el muestreo de fauna nos permitió compilar la mayor información posible sobre la comunidad de vertebrados existentes en el sitio, misma que fue completada con literatura.

Antecedentes faunísticos

El estado de Oaxaca es el quinto estado más grande del territorio Nacional, el cual está divido en 570 municipios, 30 distritos y ocho regiones: Valles Centrales, Costa, Istmo, Cañada, Papaloapan, Mixteca, Sierra Norte y Sierra Sur (www.ciedd.oaxaca.gob.mx). Es uno de los estados más diversos en tipos de vegetación y el de mayor riqueza de especies de vertebrados mesoamericanos (Flores y Geréz, 1994). Sin embargo, y tomando en consideración los datos anteriores, se considera uno de los estados poco estudiados, en cuanto a vertebrados terrestres se refiere.

Para tratar de establecer los pocos o muchos estudios que se conocen sobre los anfibios, reptiles, mamíferos y aves presentes en la entidad Oaxaqueña se realizó una búsqueda de literatura especializada estableciendo para cada uno de los cuatro grupos de vertebrados analizados lo siguiente:

Herpetofauna

En cuanto a los grupos de anfibios y reptiles se refiere, se logró identificar que de los primeros listados que tratan de englobar la herpetofauna presente en todo el Estado de Oaxaca están los elaborados por Smith y Taylor (1945), en cuyos estudios establecieron una lista de 98 especies y subespecies de serpientes; asimismo, en 1948 estos autores dieron a conocer un listado de 53 especies y subespecies de anfibios; para 1950, realizaron una lista de 87 especies y subespecies que incluía lagartijas, tortugas (terrestres y marinas) y cocodrilos. Finalmente con base en los trabajos realizados por Smith y Taylor durante esos años, la herpetofauna de Oaxaca estaba constituida por un total de 238 especies y subespecies.

Después de los trabajos publicados por Smith y Taylor, se siguieron realizando investigaciones y colectas científicas (por parte de investigadores mexicanos y del extranjero) para sumar al conocimiento biológico de los anfibios y reptiles presentes en Oaxaca. Como parte de los resultados de todo el esfuerzo realizado en diferentes décadas, se publicaron dos obras que trataron de establecer un listado y análisis de la distribución de las especies presentes en todo el Estado. Así pues, los artículos de Casas-Andreu et al. (1996; 2004) presentan listados y análisis de la distribución de las especies presentes en Oaxaca, mencionando que para el año de 1996 existían un total de 359 especies, mientras que para el año del 2004 el número se había incrementado a 378. A dos años de haberse publicado dicho listado, Canseco-Márquez y García Vázquez (2006) hicieron una revisión de la herpetofauna del Estado, y sus resultados incrementan considerablemente la riqueza para la entidad hasta un total de 406 especies, pero teniendo el inconveniente de que el análisis nunca se publicó.

El incremento frecuente en el número de especies dentro de la entidad se debe a cambios taxonómicos, a la adición de nuevos registros (Mancilla y Rendón 2000, Canseco-Márquez et al. 2004, Aguilar et al. 2005), y a la descripción de nuevas especies para la ciencia (Canseco-Márquez et al. 2002; Canseco-Márquez y Parra-Olea 2003; Canseco-Márquez y Gutierrez-Mayen 2005; Meik et al. 2005; Meik et al. 2006; Mendelson y Toal 1996; Mendelson 1997; Mendelson y Campbell 1999; Nieto-Montes de Oca et al. 2001; Nieto-Montes de Oca 2003).

Con base en datos de 95 colecciones científicas herpetológicas, Ochoa y Flores Villela (2006), concluyeron que el Estado de Oaxaca ocupa el tercer lugar de la República Mexicana en registros de herpetozoos, y el primer lugar en número de especies de anfibios y reptiles con 425.

Aún y cuando Oaxaca no cuenta hoy en día con un listado actualizado que refiera el número de especies de anfibios y reptiles que se encuentran presentes en él, con todo lo anteriormente mencionado, se puede ver que ha existido una preocupación por diferentes autores de tratar de analizar la distribución, así como de establecer un listado de las diferentes especies presentes en dicha entidad.

De manera específica, existen trabajos que nos han proporcionado información de los anfibios y reptiles presentes en un área, localidad o municipio en particular, dentro de este tipo de estudios encontramos los realizados por:

Woodbury y Woodbury (1944; 1951); Gehlbach y Collete (1957); Webb y Baker (1969) nos proporcionaron información sobre los vertebrados terrestres de una región al suroeste de Oaxaca; Canseco (1996) nos da a conocer la herpetofauna presente en las cañadas de Cuicatlán y Cerro Piedra larga; Rendón *et al*. (1998) presentan información de la herpetofauna de Santiago Jalahui; Siria (2003) aporta información para el conocimiento de la ofidiofauna del Parque Nacional Huatulco; Townsend *et al*. (2004) proporcionan información para los anfibios, reptiles, mamíferos y aves de Cerro Piedra Larga; Guzmán (2004) proporciona información sobre la comunidad de lacertilios del Parque Nacional Huatulco; Juárez-López *et al*. (2006) analizaron la distribución de los anfibios y reptiles de una zona perturbada del municipio de Tuxtepec; Calderon (2008) presenta datos sobre los reptiles venenosos de Oaxaca; Trejo (2009) realizó un inventario de los anfibios presentes en San Mateo Yetla y Cerro Marín; Caviedes (2009) realizó un estudio de la herpetofauna del municipio de Pluma Hidalgo; Castro (2011) dio a conocer los anfibios y reptiles presentes en la Mixteca Oaxaqueña; López (2011) realizó un estudio para dar a conocer la herpetofauna del Distrito de Zaachila; Martínez (2011) da a conocer la herpetofauna de la Cuenca Baja del Río Verde y Vega-Trejo *et al*. (2013) establecieron la herpetofauna para la comunidad de Santa María Yavesía.

De la misma manera que existen publicaciones o tesis que han tratado de conocer la herpetofauna de un área, localidad o municipio en específico, también existen publicaciones de nuevos registros de una especie o especies para determinada área (Aguilar *et al*., 2005, Canseco-Márquez *et al*., 2004, Mancilla y Rendón, 2000), pero también existen las descripciones de nuevas especies de herpetozoos, las que particularmente en el estado de Oaxaca, se han presentado de manera frecuente. Algunas de las descripciones de nuevas especies son: para el

grupo de los anfibios están las de *Plectrohyla labedactyla* (Mendelson y Toal, 1996), *Incilius spiculatus* (Mendelson, 1997), *Caradrahyla nephila* (Mendelson y Campbell, 1999), *Plectrohyla cyclada* (Campbell y Duellman, 2000), Plectrohyla calthula (Ustach et al., 2000), *Plectrohyla ameibothalame* (Canseco-Márquez *et al*., 2002), *Plectrohyla ephemera* (Meik et al., 2005) y *Plectrohyla miahuatlanensis* (Meik *et al*., 2006); para las salamandras se encuentran las de las especies *Thorius papaloae* (Hanken y Wake, 2001), *Bolitoglossa oaxacensis* (Parra-Olea *et al*., 2002), *Bolitoglossa zapoteca* (Parra-Olea *et al*., 2002), *Pseudoeurycea orchileucos* (Brodie *et al*., 2002), *Pseudoeurycea aurantia* (Canseco-Márquez y Parra-Olea, 2003), P*seudoeurycea ruficauda* (Parra-Olea *et al*., 2004), *Pseudoeurycea mixteca* (Canseco-Márquez y Gutierrez-Mayen, 2005), *Pseudoeurycea papenfussi* (Parra-Olea *et al*., 2005) y Pseudoeurycea obesa (Parra-Olea et al., 2005); para el grupo de las lagartijas se encontraron las especies *Xenosaurus phalaroanthereon* (Nieto-Montes de Oca *et al*., 2001), *Lepidophyma cuicateca* (Canseco-Márquez et al., 2008), *Anolis peucephilus* (Köhler, 2014) *Anolis carlliebi, Anolis immaculogularis, Anolis sacamecatensis, Anolis stevepoei* y *Anolis zapotecorum* (Köhler *et al*., 2014); así como la serpiente *Geophis juarezi* (Nieto-Montes de Oca, 2003), entre otras. Como podemos apreciar, se han descrito más especies pertenecientes a la clase Amphibia que de la clase Reptilia.

Para la región del Istmo existen algunos trabajos, entre los que podemos mencionar los siguientes: Hartweg y Oliver (1937a, b, 1938 y 1940) contribuyeron al conocimiento de los sceloporus, teiidos y serpientes del istmo; Smith y Langebarlet (1949) aportaron datos de los anfibios y reptiles; Duellman (1960) aporto información de los anfibios; Barreto (2000) realizó un estudio herpetofaunístico de la región de Nizanda; Martínez (2004) contribuye al conocimiento de la lagartija *Sceloporus macdougalli*; Argote (2006) aportó datos ecológicos de la especie *Phyllodactylus tuberculosus* en la región; Martín-Regalado *et al*. (2011) realizaron un estudio herpetofaunístico del Cerro Guiengola, y Rioja-Paradela *et al*. (2013) nos presentan la herpetofauna del norte de la Laguna Inferior.

Mastofauna

La mastofauna mexicana es singular, tanto por su riqueza como por el número elevado de especies endémicas, debido en gran parte a que nuestro país es el único que contiene la totalidad de un límite continental entre dos regiones biogeográficas, la Neártica y la Neotropical (Brown y Gibson, 1983; Fa y Morales, 1998; Arita y Ceballos, 1997), sin embargo también es

consecuencia de la gran diversidad de ambientes, ocasionada por la accidentada topografía del país (Arita, 1993). Actualmente en México se tienen registradas un total de 564 especies de las cuales 162 son endémicas de México, lo cual lo ubica en el tercer lugar a nivel mundial, solo por debajo de Brasil e Indonesia. (Sánchez-Cordero *et al*., 2014).

En años recientes se ha incrementado la necesidad de contar con inventarios faunísticos como respuesta a la demanda de información sobre la naturaleza y el uso de la biodiversidad. El inventario de mamíferos en el estado de Oaxaca empezó en los años sesenta; no obstante, existen grandes extensiones sin explorar, particularmente las áreas de las montañas y valles del occidente, parte norte de la Sierra Madre de Oaxaca, y parte del área de los Chimalapas (Briones-Salas y Sánchez-Cordero, 2004). Se sabe que Oaxaca ocupa el primer lugar en cuanto a número de especies de mamíferos, 199 especies registradas, (Ceballos et al., 2005; Sánchez-Cordero *et al*., 2014) de las cuales 39 son endémicas de la entidad (Briones-Salas y Sánchez-Cordero, 2004).

Trabajos sobre los vertebrados en Oaxaca fueron realizados por Martínez (1891) y Webb y Baker (1969). En referencia a estudios mastofaunísticos, existen trabajos regionales, como el de Goodwin (1956), Baker y Greer (1960), Schaldach (1966) y Baker y Womochel (1966), todos éstos estudios fueron publicados por Goodwin (1969) en una sola obra concerniente a los mamíferos de Oaxaca; Briones-Salas (1998) efectuó un análisis sobre la distribución geográfica de los mamíferos al noreste de la entidad; mientras que Briones-Salas y Sánchez-Cordero (2004) realizaron una recopilación de los mamíferos terrestres que se distribuyen en el Estado.

Otros estudios relativamente recientes se han enfocado en la distribución de especies, inventarios biológicos, nuevos registros, taxonomía y sistemática (Cervantes, 1993; Cervantes *et al*., 1993; Cervantes *et al*., 1997; Woodman y Timm, 1999, 2000; Bradley *et al*., 2000).

Alfaro *et al*. (2005) con la finalidad de conocer la diversidad de mamíferos de los municipios de Santiago Jocotepec y Ayotzintepec, en la región conocida como Chinantla Baja, ubicada al noreste del estado de Oaxaca, colectaron ejemplares de talla pequeña (voladores y no voladores), así como rastros de especies de talla grande, de mayo a septiembre de 2005. Registraron un total de 35 especies, representantes de siete órdenes y 15 familias, donde los murciélagos estuvieron representados por 17 especies (48.57 %), mientras que el grupo de mamíferos no voladores incluyó 18 (51.42 %).

Olguín-Monroy (2006), realizó una lista anotada de los mamíferos de Los Chimalapas, en ella registró un total de 84 especies repartidas en 10 órdenes, 23 familias y 65 géneros, lo que constituye el 17.7% de las especies reconocidas para México y el 44.2% para Oaxaca. A pesar de lo anterior y de que se han descrito seis taxones para la región de los Chimalapas (*Tylomys nudicaudus microdon, Peromyscus melanophrys, Peromyscus mexicanus azulensis, Oryzomys alfaroi gloriaensis, Bassariscus sumichrasti oaxacensis* y *Carollia subrufa*), se considera que el conocimiento que se tiene sobre la diversidad de especies en la región es poco (CONABIO, 2000).

El inventario faunístico realizado durante ese estudio se realizó en la región del Istmo de Tehuantepec, el cual se sabe representa una zona de contacto de los reinos biogeográficos neotropical y neártico y el cual durante las glaciaciones del Pleistoceno fue una barrera para la dispersión de especies por los significativos cambios geológicos, climáticos y ambientales que ocurrieron (López *et al*., 2009). Por esta razón, es en esta zona donde ocurre una diferenciación entre la mastofauna del estado al presentarse algunas especies procedentes de Centroamérica (Goodwin, 1969).

Por su parte, la región del Istmo de Tehuantepec se considera la tercera con mayor número de especies endémicas del país (Cervantes y Yépez, 1995). En la región, los distritos de Juchitán y Tehuantepec son reconocidos como centros de endemismo para vertebrados terrestres, incluyendo anfibios, reptiles, aves y mamíferos (González *et al*., 2004). Para esta misma región, Briones-Salas y Sánchez-Cordero (2004) registran un total de 139 especies de mamíferos agrupadas en 92 géneros, 29 familias y 10 órdenes.

La región del Istmo también es una región de gran interés ecológico por sus extensas superficies cubiertas de pastizales (Pérez-García *et al*., 2001), cuya expansión en el continente americano y en particular hacia las zonas tropicales de México, trajo consigo el intercambio de flora entre los hemisferios (Graham, 1973) y un intercambio de fauna en muchos casos adaptada o asociada a dichos ecosistemas (Webb, 1978; Anderson, 2006). Los pastizales tropicales del Istmo de Tehuantepec y la mastofauna asociada a ellos han sido poco estudiados a pesar de su riqueza biológica, y al igual que los del resto del país, los del Istmo no se encuentran protegidos por la legislación mexicana, por lo que, en general, han sufrido grandes transformaciones debido a las

actividades humanas, principalmente las relacionadas con el cambio del uso del suelo hacia actividades agrícolas o pecuarias (Anderson, 2006).

Se han realizado trabajos con diversos intereses en la biología de mamíferos del Istmo de Tehuantepec, como el valor del uso de los vertebrados terrestres por huaves y zapotecas (Vargas, 2001); la descripción de la distribución y densidad de 3 especies de zorrillos: *Mephitis macroura, Conepatus leuconotus y Spilogale gracilis* (Lorenzo *et al*., 2005; Cervantes *et al*., 2002); en determinar el uso de hábitat de la liebre de Tehuantepec, *Lepus flavigularis* (Farías *et al*., 2006) y en estimar la densidad poblacional y selección del hábitat de la misma especie (Sántiz, 2006).

Avifauna

La riqueza de aves en México encuentra su máxima expresión en el Estado de Oaxaca, pues éste cuenta con el mayor número de especies de todos los estados del país (752 especies; Berlanga *et al*., 2008) y es uno de los centros más importantes de endemismo de México (61 especies endémicas y 14 cuasiendémicas; Navarro *et al*., 2004). Esta gran diversidad de aves llamó la atención, desde siglos pasados, a naturalistas, sobre todo extranjeros. Así fue como la primera exploración ornitológica de Oaxaca estuvo a cargo de Ferdinand Deppe en 1825. Sin embargo fue hasta 1989, con la monografía de aves de Oaxaca de Binford, que la avifauna del estado recibió mayor atención por parte de zoólogos (Navarro *et al*., 2004).

En 2004 se publicó el libro "Biodiversidad de Oaxaca, donde se presenta un detallado estudio de la avifauna del estado a cargo de Navarro *et al*. (2004). Dicho estudio consistió en una compilación de información de aves proveniente de diversas fuentes: las publicaciones más antiguas de aves de Oaxaca, la literatura científica posterior a 1989, los datos de colecciones científicas contenidos en el Atlas de las Aves de México y la información generada por los trabajos de campo en dicho Estado por el Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias (UNAM) durante los años 1987 y 2002. Los resultados indican que el orden más rico en especies es Passeriformes con 377, seguido por Charadriiformes con 63 y Apodiformes con 53. También en dicho estudio se realizó un análisis de patrones de riqueza por regiones, para el cual se designaron nueve regiones avifaunísticas en Oaxaca: Pacífico, Sierra de Miahuatlán, Istmo, Sierra Madre de Chiapas, Atlántica, Sierra Norte, Sierra Madre del Sur, Eje Neovolcánico y Balsas. La región con mayor número de especies es la Atlántica seguida por la del Istmo y

posteriormente la del Pacífico. Dicha riqueza de especies por región está influida por los tipos de vegetación, donde la selva alta perennifolia de la región Atlántica y la selva baja caducifolia del Pacífico e Istmo son las que albergan la mayor cantidad de especies. Sin embargo las regiones con mayor cantidad de especies endémicas son la del Balsas, Sierra de Miahuatlán y Sierra Madre del Sur.

En Oaxaca se encuentra una de las zonas mejor conservadas del país, los Chimalapas, con una extensión aproximada de 600,000 ha que alberga selva tropical húmeda, selva tropical seca, bosque mesófilo de montaña y bosques de pino y pino-encino, los cuales se encuentran representados en un continuo de tierras altas a bajas en buen estado de conservación (Peterson *et al*. 2003). Debido a que la fauna de dicha zona no había sido explorada a profundidad, la Universidad Nacional Autónoma de México, la Universidad de Puebla y la Universidad de Kansas formaron un grupo interdisciplinario para llevar a cabo un estudio que dio como resultado un listado de la avifauna de los Chimalapas, donde reportan 458 especies de aves, lo cual convierte a esta región en la más diversa del país en lo que se refiere a aves. Asimismo, ha sido reportado que en la región habitan varias especies de importancia para la conservación, como el águila arpía (*Harpia harpyja*), el pajuil (*Penelopina nigra*), la guacamaya roja (Ara macao), el zacatonero istmeño (Peucaea sumichrasti), el colorín azulrosa (Passerina rositae), el quetzal (*Pharomachrus mocinno*) y probablemente el pavón (*Oreophasis derbianus*); (Peterson *et al*., 2003).

Por otro lado, los inventarios avifaunísticos que se realizan a una escala menor de espacio contribuyen a tener un conocimiento más detallado de la distribución de la avifauna. Entre otros beneficios, lo anterior puede ser un elemento importante para mejorar la selección de áreas prioritarias para su conservación (Villa-Bonilla *et al*., 2008). En años más recientes, los estudios de las aves de Oaxaca se han focalizado en localidades o regiones de poca extensión, por ejemplo, Forcey (2002a, 2002b y 2002c) reporta nuevos datos que aclaran el conocimiento del estatus y distribución de muchas especies del centro de Oaxaca. Townsed *et al*. (2004) llevaron a cabo una investigación sobre fauna y flora en el Cerro Piedra Larga, al oeste del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Los resultados para aves arrojaron 84 especies, las cuales representan una mezcla de dos diferentes avifaunas, pues tienen tanto afinidades al oeste e interior de Oaxaca como afinidades al este de Oaxaca. Grosselet y Burcsu (2005), publicaron un listado de las aves de Capulalpan de Méndez, Sierra de Juárez, Oaxaca, donde detallan información sobre 15 especies que representan nuevos registros o son de interés por los datos que aportan al

conocimiento ecológico y de conservación. Vázquez (2007) estudió la relación de la diversidad y densidad de aves con la estructura y composición florística de la vegetación en Santa María Tecomavaca, Oaxaca, concluyendo que dichos factores se correlacionan significativamente. Vázquez *et al*. (2009) llevaron a cabo el inventario avifaunístico del Cañón Sabino, Oaxaca, en el cual se resalta el hallazgo de una colonia reproductora de guacamaya verde (*Ara militaris*), especie globalmente amenazada. García (2010) estudio la región de Pluma Hidalgo, Oaxaca, al realizar un inventario avifaunístico, registrando 121 especies, de las cuales 26 se encuentran en alguna categoría de riesgo y cinco son endémicas a México. También en este estudio se corrobora el papel de los cafetales como zonas de amortiguamiento al cambio de uso de suelo, pues proveen a las aves una zona con estructura vegetal muy similar a la original. Rodríguez (2011) estudió la diversidad y abundancia de las aves de San Juan Coyula, Oaxaca, donde registró 130 especies, de las cuales el 22% se encuentra bajo alguna categoría de protección. Dicha investigación complementa la información previa que se tiene para la avifauna del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Por último, Santos *et al*. (2013) determinan la diversidad de aves en los cultivares de Santa María Yahuiché, en la Sierra Madre Oriental, Oaxaca. En dicha zona, donde predominan los ambientes fragmentados, encontraron cuatro especies endémicas y una especie bajo categoría de protección.

Las áreas de distribución de las aves no son estáticas, por lo que con frecuencia se registran ampliaciones de rango y nuevos registros de especies de aves para cierta región o localidad. En el estado de Oaxaca se han reportado varios casos, como el de la guacamaya verde (*Ara militaris*) en los cañones del Río Sabino y Río Seco, Santa María Tecomavaca, Oaxaca (Dirección de la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán, 2001); además de la extensión al estado de Oaxaca del rango de anidamiento del gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*; Forcey, 2001); el registro de dos especies antes no reportadas para Oaxaca: *Carpodacus cassini* y *Anas platyrhynchos diazi* (Grosselet y Forcey, 2002); los nuevos registros para Oaxaca de *Falco mexicanus, Anthus cervinus* y *Dolichonyx orizyvorus* (McAndrews y Montejo, 2010); el primer registro de *Hylocichla mustellina* en la costa de Oaxaca, además de la ampliación de rango de distribución a esta región de Oaxaca de *Falco femoralis, Aramus guarauna* y *Peucaea humeralis* (Bojorges, 2011) y por último la ampliación de distribución así como nuevo registro para Oaxaca del búho leonado (*Strix fulvescens*; Ramírez-Julián *et al*., 2011).

La zona donde se realizó el presente estudio de avifauna se encuentra en la Región del Istmo propuesta y delimitada en el estudio de Navarro *et al*. (2004). Dicha región es una de las más ricas en especies de aves de Oaxaca, únicamente superada por la región del Atlántico. Para la región del Istmo, Navarro *et al*. (2004) reportan 370 registros confirmados de especies de aves, de las cuales aproximadamente un 5% tiene alguna categoría de endemismo (González-García y Gómez de Silva, 2002) y aproximadamente un 22% está protegido por la legislación nacional (SEMARNAT, 2010).

El Istmo de Tehuantepec presenta una complicada historia biogeográfica, producto de una compleja historia geológica, cambios climáticos principalmente del Pleistoceno y un peculiar intercambio de faunas (Contreras, 2007). La zona del Istmo representa una gran barrera para las especies de tierras altas y un corredor que sirve de contacto entre las aves de las tierras bajas del Atlántico y Pacífico Binford (1989). Lo anterior se confirma con el estudio de García-Trejo y Navarro (2004), pues sus resultados indican que Sierra Madre del Sur junto con la de Miahuatlán y el Istmo de Tehuantepec presentan un alto recambio de especies debido a que existen barreras geográficas que frenan la presencia de taxones de zonas montañosas hacia las tierras bajas del Istmo. Así, especies como *Amazilia wagneri* y *Chlorospingus flavopectus* nunca se registrarán en la región del Istmo, y más bien se encontraran especies como *Crypturellus cinnamomeus* propias de tierras bajas e incluso aparecerán taxones microendémicos, como *Peucaea sumichrasti* y *Passerina rositae* (García-Trejo y Navarro, 2004). Al respecto, éstas dos últimas especies se encuentran protegidas por la legislación mexicana (SEMARNAT, 2010).

El trabajo más cercano a nuestra zona de estudio es el de Contreras (2004), cuyo trabajo de campo se realizó en la localidad de Nizanda, en el Istmo de Tehuantepec entre las ciudades de Juchitán y Matías Romero. Los principales tipos de vegetación de la zona son selva baja caducifolia, sabana, selva mediana perennifolia y subperennifolia y vegetación ribereña. Se registraron 132 especies, las cuales presentan afinidades biogeográficas tanto para la vertiente del Pacífico como la del Atlántico, a pesar de que Nizanda se encuentra dentro de la primera vertiente. El número de registros de aves por tipo de vegetación se ve afectado por la época de lluvias y secas. Este cambio es especialmente marcado en la selva mediana y la vegetación ribereña. Todos los tipos de vegetación mostraron diferencias en cuanto a composición de especies, no obstante, la selva mediana y la vegetación ribereña fueron los más similares entre sí. En cuanto a la cantidad de especies exclusivas, la selva mediana presentó la cifra mayor. Se

registraron catorce especies bajo alguna categoría de protección por la legislación mexicana: *Buteogallus solitarius, Onychorhynchus coronatus, Peucaea sumichrasti, Psittacara strenuus, Amazilia viridifrons, Dendroica chrysoparia, Passerina rositae, Chondroierax uncinatus, Buteogallus anthracinus, Buteo albicaudatus, Micrastur semitorquatus, Eupsittula canicularis, Heliomaster longirostris* y *Chiroxiphia linearis*.

Metodología de los trabajos de campo

El esfuerzo de campo tuvo una duración de 5 días entre el 10 y el 14 de noviembre de 2014; y el criterio principal para la ubicación de los sitios de muestreo de vertebrados consistió en asegurar una completa representatividad de las unidades ambientales identificadas en el Área del Proyecto.

Con el apoyo de binoculares y guías de campo especializadas sobre los distintos grupos de vertebrados, se realizaron recorridos matutinos, vespertinos y nocturnos, a pie y por medio de vehículos para la obtención de registros directos (visuales) e indirectos (cantos, rastros de huellas, excretas, huesos, madrigueras, etc.) de las especies de animales presentes en el área. De manera simultánea al listado de las especies observadas (**Anexo 11**), se preparó un registro fotográfico para la posterior verificación, o en su caso, identificación de los registros visuales obtenidos en el campo (**Anexo 11**).

Herpetofauna

Los anfibios y reptiles comparten ciertas características ecológicas, lo cual permite que las actividades de recolecta para ambos grupos se puedan realizar al mismo tiempo, de manera general la metodología empleada se puede definir en: búsqueda de individuos, recolecta, determinación taxonómica, registro y toma de información biológica de la especie en la bitácora o libreta de campo, toma de fotografías, y liberación de los individuos recolectados.

Anfibios

Es importante mencionar que el éxito en la colecta de estos vertebrados depende en mucho de factores ambientales como la estacionalidad, siendo más abundantes y fácil de encontrar en época de lluvias. Por otro lado, la mayoría de los anfibios pertenecientes al orden Anura (ranas y sapos) presentan dentro de su ciclo de vida una etapa larvaria acuática, por lo tanto, la mayoría

de los individuos pertenecientes a este grupo depende de la existencia de cuerpos de agua (permanentes o temporales) o sitios con cierto nivel de humedad por lo que en la búsqueda se contemplan los alrededores o el interior de cuerpos de agua como jagüeyes y charcos permanentes o superficiales que se forman durante las lluvias.

La colecta de anfibios dentro del área de estudio se realizó siguiendo las técnicas convencionales sugeridas por (Heyer *et al*., 1994 y Casas-Andreu *et al*., 1991); La técnica básica para la recolecta de anfibios consiste recorrer la zona a pie realizando recorridos sin rumbo establecido y revisando meticulosamente todos los microhábitats posibles (**Figura VIII–3**) en los que se intuye o se conoce pudieran encontrarse individuos de la clase amphibia (debajo de corteza de árboles, al interior de troncos caídos, sobre y debajo de hojarasca, debajo rocas, sobre pastos, a las orillas de los cuerpos de agua, a las orillas o al interior de charcas, entre muchos otros).



Figura VIII–3. Herpetólogo en busca de anfibios y reptiles en el área de estudio.

Para colectar estos organismos no es necesario usar en el campo ningún material ni equipo sofisticado. Generalmente se utiliza bolsas de plástico, sacos de tela, redes de acuario, lámpara, gancho herpetológico y en ocasiones una barreta; en caso de llegar a encontrar renacuajos, estos deben ser recolectados por medio de redes de acuario. Además del material anteriormente descrito se necesita para la toma de datos material como GPS, mochila, libreta de campo y bolígrafo.

Muchos de los anfibios son activos durante la noche por lo cual los recorridos para la búsqueda de anfibios se realizaron entre las 18:00 y 22:00 hrs.

En el caso de los anfibios con distribución en México, se conoce que ninguna especie es venenosa, por lo que se recolectaron directamente con la mano, sin embargo hay ciertas especies de anfibios que sacan una secreción pegajosa por lo que se recomienda utilizar guantes de latex o de carnaza.

Una vez recolectados los individuos fueron fotografiados, para posteriormente ser colocados en bolsas de plástico para ser identificados y se pudieran tomaran los datos en una bitácora o libreta de campo: nombre de la especie, coordenadas geográficas, altitud, tipo de vegetación y microhabitat.

Reptiles

Al igual que el grupo de los anfibios, los reptiles tienen determinadas características biológicas desplegando una gran variedad de formas y hábitos, por lo que la recolecta debe de realizarse siempre considerando aspectos ecológicos, como los hábitos (terrestres, arborícolas, enterradores o fosoriales, saxícolas, además de los acuáticos), tipo de actividad (diurna, crepuscular y nocturna) y estacionalidad que se han reportado previamente en literatura.

La colecta de reptiles se realizó siguiendo las técnicas convencionales sugeridas por McDiarmid (2006) y Casas-Andreu *et al*. (1991). Al igual que para el grupo de los anfibios la técnica básica para recolectar reptiles consistió en realizar caminatas recorriendo ciertas partes del predio y revisando meticulosamente los sitios probables donde se conoce, por literatura o experiencia personal, pudieran encontrarse, por lo que es muy importante estar atento y observar detenidamente para poder hallarlos, ya que suelen encontrarse escondidos entre la hojarasca, bajo trocos, debajo rocas, debajo de cortezas, entre grietas o incluso bajo algunos desechos humanos como laminas o llantas viejas.

El material mínimo requerido para la colecta de reptiles es: guantes de carnaza, gancho herpetológico lámpara de cabeza, ligas o resortera, barreta, bolsas de plástico y sacos de tela. Además del material general como GPS, mochila, libreta de campo y bolígrafo.

Los recorridos se realizaron en dos horarios distintos, uno entre las 6:30 y 12:00 hrs teniendo un tiempo de descanso de cuatro horas (ya que durante este horario la actividad de los reptiles disminuye debido al aumento de la temperatura) para reanudar más tarde de 16:00 a 22:00 hrs.

Es importante realizar caminatas entre el crepúsculo y el anochecer, ya que existen especies, como los geckos y algunas serpientes, que se encuentran activos durante ese horario.

Las lagartijas se colectaron directamente con la mano, pero en ciertas ocasiones se les disparaba con una liga de plástico a cierta distancia y posteriormente se recogían con la mano. Para el caso de las serpientes se colectaron directamente con la mano o con la mano pero con guantes de carnaza puestos y gancho herpetológico, aunque este último solo sirve para ciertas especies de serpientes venenosas como las serpientes de cascabel y nauyacas. Las tortugas se colectaron directamente con la mano.

Es recomendable el uso de guantes de carnaza para recolectar cualquier tipo de serpiente, ya que existen en México una gran variedad de serpientes sin glándulas venenosas o con venenos poco potentes, y muy a pesar de que no sean peligrosas (o su veneno no sea mortífero), muchas de ellas, como las Boas, pueden causar heridas graves al morder. Es importante mencionar que si no se tiene experiencia y no se sabe distinguir a las especies venenosas, es mejor considerarlas a todas como potencialmente peligrosas y extremar precauciones a la hora de colectarlas.

Una vez recolectados los individuos fueron fotografiados (**Figuras VIII–4 y VIII–5**), para posteriormente ser colocados en bolsas de plástico para su identificación y toma de datos (nombre de la especie, coordenadas geográficas, altitud, tipo de vegetación y microhabitat).en una bitácora o libreta de campo.



Figura VIII–4. Manipulación de individuo de Symphimus leucostomus para toma de fotografía.



Figura VIII–5. Registro fotográfico de individuos de la especie Kinosternon scorpioides.

La determinación taxonómica de todas las especies de herpetofauna observadas durante los muestreos se realizó con la ayuda de literatura especializada tal como son los trabajos de Smith y Taylor (1945, 1948 y 1950) y Köhler (2008 y 2011), así como de la ayuda de las claves taxonómicas

El estado de conservación de las especies registradas en el área del proyecto, se efectuó con base a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Mastofauna

Se puede establecer que de manera general la metodología empleada para la obtención de registros de mamíferos se lleva a cabo a través de métodos convencionales que consta de la obtención de registros indirectos (huellas y excretas) y registros directos, a través de trampas sherman, tomahawk y redes de niebla (Mist Net); tomando para cada registro obtenido coordenadas donde se encontró, altitud y tipo de vegetación, las cuales se anotaron en la bitácora o libreta de campo, además de la toma de fotografías cuando esto es posible.

Aunado a lo anterior, para conocer que especies de mamíferos medianos y grandes que se pueden encontrar en la zona (lo cual también nos sirve para establecer el listado de las especies de probable ocurrencia en el sitio) y que difícilmente pueden ser observados o capturados, se realizaron entrevistas de manera informal a las personas que habitan en el área de estudio (**Figura VIII–6**.). Este método es recomendado cuando se inicia un estudio faunístico (Voss y Emmons 1996, Aranda 2000).



Figura VIII–6. Ejemplificación de un registro obtenido (Odocoileus virginianus) a través de una entrevista realizada a gente que habita en el predio.

Trampeo selectivo

Trampas Sherman. Este tipo de trampas se utilizan principalmente para capturar roedores. Se utilizaron un total de 36 trampas tipo Sherman 23.5 x 8 cm; (**Figura VIII–7**), este tipo de trampas se colocaron durante cuatro días (10, 11, 12 y 13 de Noviembre) por la tarde-noche, procurando cubrir los diferentes tipos de vegetación ubicados en el área de estudio, y se revisaban y recogían al día siguiente de ser colocadas, para posteriormente volver a ser colocadas en el crepúsculo; las trampas eran cebadas con avena. Cada ejemplar capturado fue identificado a nivel de especie, con base en características morfológicas.



Figura VIII–7. Trampa Sherman cebada con avena.



Figura VIII–8. Trampa Sherman activa (con roedor al interior).

Trampas Tomahawk. Las trampas tipo tomahawk 81.5 x 57 cm; (**Figura VIII–9**) se utilizan principalmente para capturar a mamíferos de talla mediana. En este estudio se utilizaron dos trampas de este tipo, las cuales se colocaron durante cuatro días (10, 11, 12 y 13 de Noviembre) por la tarde-noche, procurando cubrir los diferentes tipos de vegetación ubicados en el área de estudio, revisándose al día siguiente de ser colocadas; estas trampas fueron cebadas con sardina.



Figura VIII–9. Trampa tipo Tomahawk para contención de mamíferos medianos.

Redes de Niebla. Este tipo de redes se utilizan principalmente para atrapar murciélagos (**Figura VIII–10).** En el predio se colocaron dos redes de niebla de nylon (8m x 2m y 12m x 2m) por noche, abarcando los diferentes tipos de uso de suelo y vegetación. Estas redes fueron colocadas a los lados de caminos y arroyos. Las redes se abrieron poco antes del crepúsculo y se cerraban entrada la noche (17:00 a 22:00 hrs.).



Figura VIII–10. Colocación de red de niebla en el área de estudio.



Figura VIII–11. Captura de murciélago a través de la red de niebla.

Rastreo. Este tipo de método se utiliza para obtener principalmente registros indirectos tales como huellas, excretas, rascaderos, pelo, cráneos y sitios donde los venados tallan sus astas; además es considerado un método esencial para complementar los inventarios faunísticos. En la

visita al predio se realizaron recorridos diurnos y vespertinos a lo largo de caminos, brechas, arroyos y áreas abiertas para el pastoreo de ganado, para la obtención de registros indirectos.

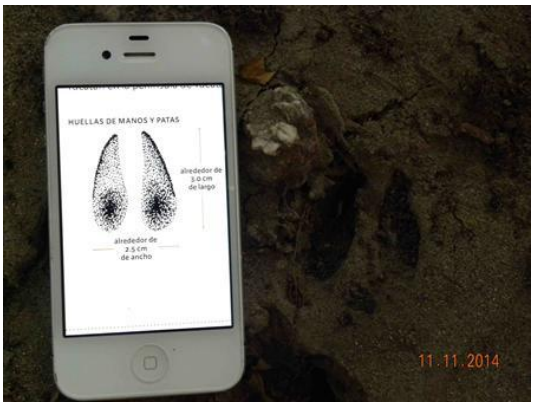


Figura VIII–12. Obtención del registro de la especie Mazama temana a través de una huella.



Figura VIII–13. Obtención del registro de la especie Sylvilagus floridanus a través de excreta.

El estado de conservación de las especies registradas, se efectuó con base a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Avifauna

Para compilar un listado avifaunístico principalmente se debe invertir mucho tiempo observando aves en el lugar de interés. Por lo tanto, la cantidad de especies que se registren va a depender del tiempo que se pase en el lugar. Si se cuenta con poco tiempo, es recomendable que se apliquen distintas técnicas para maximizar el número de especies registradas, todo dependerá de la experiencia y material de campo con los que se cuente. Dado que el objetivo de un censo es registrar la mayor cantidad posible de aves presentes en el lugar, se deben considerar los picos de actividad de las aves, que generalmente son muy marcados en horas matinales y en el atardecer. Sin embargo, ciertas aves, como las rapaces, aprovechan las horas cálidas del día para planear y las aves nocturnas comienzan su actividad desde que comienza el anochecer hasta bien entrada la noche (Bibby *et al*., 2000). En este sentido, para identificar la avifauna presente en la zona de estudio se aplicaron tres técnicas: recorridos en transecto combinados con búsqueda intensiva, redes de niebla y grabaciones de sonidos. En cada día de muestreo se combinaron las tres técnicas en dos horarios distintos, uno en la mañana y otro en la tarde-noche, de tal manera que se aprovecharon los dos picos de actividad de las aves.

Recorridos en transecto

Los recorridos en transectos lineales son útiles en hábitats abiertos o caminos, pues el observador, al no tener que preocuparse sobre la dificultad del terreno, puede concentrarse en las aves (Ralph *et al*., 1996). Al realizarse censos de aves a lo largo de transectos (**Figura VIII–14**.) se logra cubrir un terreno mucho más rápido, se pueden registrar más aves y hay menos riesgo de registrar dos veces al mismo individuo. Esta técnica es adecuada para especies muy conspicuas y que se mueven con mayor frecuencia así como aquellas aves que se espantan fácilmente. Sin embargo, se debe modular la velocidad al caminar si se desea registrar especies más tímidas y que suelen encontrarse escondidas entre la vegetación (Bibby *et al*., 2000). Si alguna especie o vocalización no resulta familiar, se puede aplicar el método de búsqueda intensiva, el cual consiste en aproximarse al elemento desconocido para tratar de identificarlo visualmente. Al hacer lo anterior, se aumenta la probabilidad de detección de especies inconspicuas o silenciosas (Ralph *et al.,* 1996).

El primer recorrido en transecto se inició desde el amanecer y hasta las 11 hrs. El segundo recorrido en transecto se extendió aproximadamente desde las 16 hasta las 22 hrs. Se procuró tomar fotografías de las aves que se observaban.



Figura VIII–14. Ornitóloga durante un recorrido en transecto lineal en el área de estudio.

Redes de Niebla

La colocación de redes de niebla es una técnica de campo de las más adecuadas para la realización de inventarios pues suelen agregar registros de especies a la lista, ya que en ellas pueden quedar atrapadas especies silenciosas y difíciles de ver (Bibby *et al*., 2000). Las redes, una vez abiertas, se deben revisar cada 45 minutos, como máximo y no deben abrirse en condiciones de lluvia, viento y frío o calor intensos para evitar mortalidad en las aves que pudieran caer en éstas (Ralph *et al*., 1996). Para estandarizar el esfuerzo de muestreo, se considera que una red estándar tiene 12 m de largo y 2.5 m de alto. Dicha red, operada durante una hora, equivale a una "hora red" de esfuerzo de muestreo (Ralph *et al*., 1996).

En el presente estudio se colocaron redes el primer y tercer día de muestreo (**Figura VIII–15**). Los dos últimos días no se abrieron redes debido a que el viento fue extremadamente intenso. El primer día de muestreo se colocó una red de 6 m, la cual permaneció abierta desde las 9 hasta las 11 hrs, representando un esfuerzo de muestreo de 1 hora/red. El tercer día de muestreo se abrieron dos redes de 12 m cada una, la primera se ubicó a nivel de suelo y la segunda se colocó elevada. En la mañana dichas redes se abrieron desde las 8 hasta las 12 hrs, lo cual equivale a 8 horas/red. Y en la tarde las dos redes estuvieron trabajando desde las 16:00 hasta las 22:00 hrs, lo cual representa 12 horas/red.



Figura VIII–15. Colocación de red de niebla para captura de aves.



Figura VIII–16. Individuo de Polioptila albiloris, la cual se capturó a través de una red de niebla.

Grabación de sonidos

La grabación de los llamados y cantos de las aves es una técnica de observación indirecta que permite el registro de especies raras y/o difíciles de observar (Sélem *et al.*, 2004). Además muchas especies nocturnas, naturalmente difíciles de observar, suelen vocalizar constantemente de tal manera que pueden identificarse mediante su canto (Bibby *et al*., 2000). Así, grabar las vocalizaciones de dichas aves es muy útil, pues posteriormente se pueden corroborar las especies en bases de datos de sonidos de aves como Xeno-Canto (xeno-canto.org) ó Macaulay Library (macaulaylibrary.org/).

Una buena técnica de grabación dará lugar a información acústica de calidad para su posterior análisis y experimentación. Para lograr lo anterior se debe tener habilidad para reconocer y aprovechar las oportunidades de grabación, conocimiento sobre el manejo adecuado del equipo de grabación y la comprensión del comportamiento animal (Budney y Grotke, 1996). Sin embargo, los objetivos del presente estudio no exigen la precisión de una grabación de excelente calidad, únicamente ésta deberá tener las características de audio necesarias para lograr identificar con fiabilidad las especies grabadas. Por tal motivo, para el presente estudio se utilizó una cámara fotográfica con capacidad de grabación de video y por consiguiente de audio Nikkon Colpix P90). Las grabaciones se realizaron durante el día y la noche mientras se llevaban a cabo los recorridos en transecto.

Para complementar la lista de aves con sus respectivas abundancias relativas, durante los trayectos entre cada localidad dentro del polígono a muestrear también se estuvo atentos a cualquier especie previamente no registrada y/o fotografiada. Asimismo, durante todo el día estábamos atentos a cualquier vocalización de las aves que se pudiera grabar.

Al igual que para los otros grupos faunísticos, el estado de conservación de las especies registradas, se efectuó con base a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Resultados Generales

Riqueza

En total dentro del área de estudio se observaron en los trabajos de campo 104 especies que representan aproximadamente el 3.60% del total de vertebrados que alberga México

(Ramamoorthy *et al* 1998; Challenger 1998). Estas 104 especies registradas pertenecen a 24 órdenes, 2 subórdenes y 54 familias.

Los anfibios quedaron representados por 6 especies pertenecientes a 5 familias y 1 orden, los reptiles por 20 especies, 10 familias, 2 subórdenes y 2 órdenes; los mamíferos por 16 especies de 12 familias y 6 órdenes; y por último, se registró un total de 62 especies de aves, incluidas en 27 familias y 15 órdenes.

Con el total de 104 especies registradas para la zona, la estimación de proporción para cada grupo quedó de la siguiente manera: 5.76% para los anfibios, 19.20% para reptiles, 15.38% para mamíferos, y el grupo más representativo es el de las aves con un 59.61%.

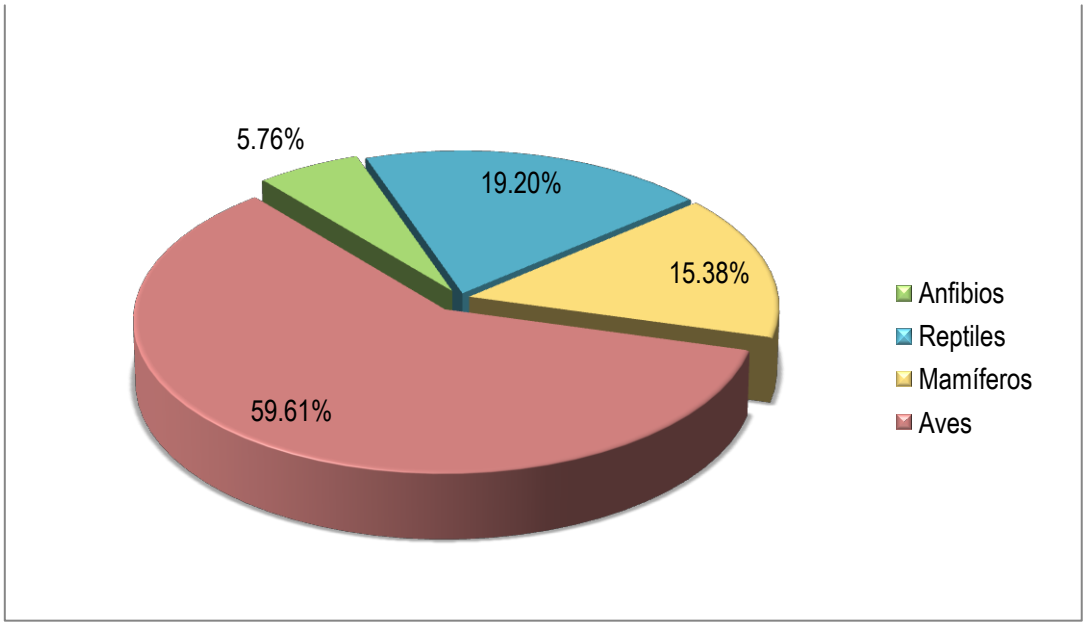


Figura VIII–17. Proporción de especies identificadas por grupo de vertebrados, para el área de estudio.

Abundancia

En cuanto a la abundancia, el grupo faunístico mejor representado es el de las aves, registrando un total de 1,354 individuos lo que equivale al 90.87% del total de registros. Las especies que registraron una mayor abundancia son *Quiscalus mexicanus con 352* individuos, *Tyrannus forficatus* con 287 y *Calocitta formosa* con 48 individuos observados.

El segundo lugar lo ocupa el grupo de los reptiles con 99 registros equivalentes al 6.64% de los registros totales. Dentro de este grupo, la culebra *Leptodeira annulata* fue la que presentó mayor número de registros con 29 individuos observados, seguida de *Aspidoscelis guttata* con 23 registros.

Después le siguieron los mamíferos con número total de 22 registros equivalentes al 1.47% del total, donde el coatí (*Nasua narica*) fue la especie que más registros con 3 individuos observados.

Por último los anfibios fue el grupo faunístico que registró el menor número de individuos contabilizando solo 15 ejemplares equivalentes al 1.00% del total de registros. La rana *Leptodactylus melanonotus* fue la especie más observada con 6 registros.

Las estimaciones de abundancia son relevantes al momento de diseñar estrategias de conservación y rescate de fauna silvestre, ya que permiten hacer una planeación del esfuerzo necesario para la implementación de estas actividades, en función de la abundancia de los distintos grupos, o incluso a nivel específico.

Estacionalidad

En cuanto a la estacionalidad de la fauna registrada, se encontró que 88 de las 104 especies registradas son residentes permanentes del sitio, 14 especies son visitantes de invierno y 2 solo 2 especies registradas son consideradas como transitorias en la región en la que se encuentra el proyecto. Cabe señalar que el grupo de las aves el único que registra especies tanto migratorias como residentes, los otros tres grupos faunísticos registrados durante el estudio (anfibios, reptiles y mamíferos) únicamente presentan especies residentes.

Estatus de riesgo de las especies

De las 104 especies registradas en este inventario, 13 están incluidas en el listado de la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010), encontrándose agrupadas de la siguiente manera: 4 especies para la categoría de Amenazadas (A), y 9 en la categoría de Protección Especial (Pr). Las restantes 91 especies no están dentro de ninguna categoría de protección. Por otro lado, las proporciones estimadas para cada categoría de protección respecto al total de especies caracterizadas en el estudio, resultan de la siguiente manera: el 3.84% de las especies

en la categoría de Amenazadas y 8.65% están bajo Protección Especial y el restante 87.5% no están en ninguna de las categorías de protección.

Dentro de las 4 especies que se encuentran en la categoría de Amenazadas, se encuentran *Boa constrictor, Leptophis mexicanus* y *Thamnophis marcianus* que pertenecen al grupo de los reptiles, y el perico mexicano (*Psittacara holochlorus*) perteneciente al de las aves. Para la categoría de especies en Protección Especial, una (*Gastrophryne usta*) pertenece al grupo de los anfibios, cuatro de las especies (*Phyllodactylus muralis, Leptodeira annulata, Symphimus leucostomus* y *Kinosternon scorpioides*) son del grupo de los reptiles, el cacomixtle (*Bassariscus sumichrasti*) al de los mamíferos y las otras tres especies (*Mycteria americana, Buteogallus urubitinga y Megascops coperii*) pertenecen al grupo de las aves.

Especies prioritarias para la conservación

En cuanto a las especies prioritarias para la conservación incluidas en el listado del Diario Oficias de la Federación de fecha 5 de marzo de 2014, se encontró que 6 de las 104 especies registradas durante los trabajos de campo, se encuentran incluidas en esta lista. Entre ellas se incluyen a dos mamíferos, el temazate (*Mazama temama*) y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y cuatro aves, la paloma ala blanca y la paloma huilota (*Zenaida asiática* y *Zenaida macroura*), y los pericos *Psittacara holochlorus* y *Amazona autumnalis* (perico mexicano y loro cachete amarillo).

Endemismo

De las especies registradas durante el trabajo de campo se encontró que 9 de ellas son endémicas, lo equivale al 8.65% del total de las especies observadas. Siendo 5 de las especies pertenecientes al grupo de los reptiles, una especie al de los mamíferos y 3 al de las aves.

Tabla VIII–5. Especies endémicas a México registradas en el área de estudio.

Taxa	Nombre común	Endemismo
Reptiles		
Phyllodactylus muralis	Salamanquesa de Oaxaca	Endémica
Sceloporus edwardtaylori	Espinosa de Taylor	Endémica
Aspidoscelis guttata	Ticuiliche mexicano	Endémica
Symphimus leucostomus	Culebra labio blanco de Tehuantepec	Endémica
Crotalus culminatus	Shunu	Endémica
Mamíferos		
Sigmodon mascotensis	Rata algodonera	Endémica
Aves		
Ortalis poliocephala	Chachalaca pálida	Endémica
Trogon citreolus	Trogon citrino	Endémica
Passerina leclancherii	Colorín pecho naranja	Endémica

IX. REFERENCIAS

Aguilar-López J. L., E. Y. Melgarejo V., C. A. Hernández J. y L. Canseco M. 2005. Typhlops tenuis (Salvin, 1860), Nuevo registro para la herpetofauna de Oaxaca, México. Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana. 13 (2): 79-80.

Alfaro, A. Ma., J. L. García-García y A. Santos-Moreno. 2005. The false vampire bat Vampyrum spectrum in Oaxaca, México. Bat Research News, 46:145-146.

Anderson, R. C. 2006. Evolution and origin of the Central Grassland of North America: climate, fire, and mammalian grazers. Journal of the Torrey Botanical Society 133:626- 647.

Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad. Instituto de Ecología A.C.

Argote, R. S. I. 2006. Estudio de la reproducción y alimentación de Phyllodactylus tuberculosus (Sauria: Gekkonidae) en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México.

Arita, H. T. 1993. Riqueza de especies de la mastofauna de México. Pp. 109-128. En: Medellín, R. y G. Ceballos (eds.). Avances en el estudio de los mamíferos de México. Publicaciones Especiales No. 1, AMMAC. México, 463 pp.

Arita, H. T. y G. Ceballos. 1997. Los mamíferos de México: distribución y estado de conservación. The mammals of Mexico: distribution and conservation status. Rev. Mex. Mast., 2:33-71.

Baker, R. H. y J. K. Greer. 1960. Notes on Oaxacan mammals. J. Mamm., 41:413-415.

Baker, R. H. y D. Womochel. 1966. Mammals from Southern Oaxaca. Southwest. Nat., 11(2):306.

Barreto, O. D. 2000. Análisis ecológico y distribucional de los anfibios y reptiles de la región de Nizanda, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Facultad de ciencias. Departamento de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México Distrito Federal. 86 p.

Berlanga, H., Rodríguez-Contreras, V., Oliveras de Ita, A., Escobar, M., Rodríguez, L., Vieyra, J., Vargas, V. 2008. Red de Conocimientos sobre las Aves de México (AVESMX). CONABIO. http://avesmx.conabio.gob.mx/index.html Consultada el 23 de noviembre de 2014.

Berlanga, H. y Rodríguez, V. 2010. Las aves migratorias: a prueba de muros. Especies, Enero-Febrero 2010.

Bibby, C., M. Jones y S. Marsden. 2000. Expedition Field Techniques. Bird Surveys. Bird Life International. Cambridge, U. K. 137 pp.

Binford, L.C. 1989. A distributional survey of the birds of the mexican state of Oaxaca. American Ortithologist' Union. 43.

Bojorges, J. C. 2011. Registros adicionales de algunas especies de aves en la cuenca baja del Río Verde, Oaxaca, México. Huitzil 12(2):39-42.

Bojorges-Baños, J. C. 2011a. Riqueza de especies de aves de la microcuenca del Río Cacalutla, Oaxaca, México. Universidad y Ciencia Trópico Húmedo 27(1):87-95.

Bojorges-Baños, J. C. 2011b. Riqueza y diversidad de especies de aves asociadas a manglar en tres sistemas lagunares en la región costera de Oaxaca, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 82:205-215.

Bradley, R. D., I. Tiemann-Boege, C. W. Kilpatrick y D. J. Schmidly. 2000. Taxonomic status of Peromyscus boylii acarensis: interferences from DNA sequences of the mitochondrial cytochrome-B gene. Journal of Mammalogy 81:875-884.

Briones-Salas, M. 1998. Análisis de la distribución geográfica de los mamíferos comprendidos en la zona norte del Estado de Oaxaca. Tesis profesional. Fac. Ciencias, UNAM. México, 167 pp.

Briones-Salas, M. y V. Sánchez-Cordero. 2004. Mamíferos. En: A.J. García-Mendoza, M.J. Ordóñez y M. Briones-Salas (eds.), Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México, pp. 423-447.

Brodie, E. D., J. R. Mendelson III Jr. y J. A. Campbell. 2002. Taxonomic revision of the Mexican plethodontid salamanders of the genus Lineatriton, with the description of two new species. Copeia. 58 (2): 194-204.

Brown, J. H. y A. C. Gibson. 1983. Biogeography. Mosby Co., St. Louis, Misouri.

Budney, G. F. y R. W. Grotke. 1996. Técnicas para la grabación de las vocalizaciones de las aves tropicales. Biblioteca de Sonidos Naturales. Laboratorio de Ornitología de Cornell. Ithaca, Nueva York. 14 pp.

Calderón, P. J. M., 2008. Reptiles venenosos de Oaxaca. Listado e impacto a la salud. Memorias de la X Reunión Nacional de Herpetología, 6-9 octubre. Mineral de la Reforma, Hidalgo. 86

Calvert, A. M., C. A. Bishop, R. D. Elliot, E. A. Krebs, T. M. Kydd, C. S. Machtans, y G. J. Robertson. 2013. A synthesis of human-related avian mortality in Canada. Avian Conservation and Ecology 8(2): 11. http://dx.doi.org/10.5751/ACE-00581-080211.

Campbell, J. A. y W. E. Duellman. 2000. New species of stream-breeding hylid frogs from the Northern versant of the highlands of Oaxaca, Mexico. Scientific Papers. Natural History Museum, The University of Kansas. 16, 1-28.

Canseco, M. L. 1996. Estudio preliminar de la herpetofauna en la Cañada de Cuicatlán y Cerro Piedra Larga, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, Puebla. 180.

Canseco-Márquez, L., J. R. Mendelson, III., y G. Gutiérrez-Mayén. 2002. A new species of Hyla (Anura: Hylidae) from the Mixteca Alta, Oaxaca, México. Herpetologica 58: 260-269.

Canseco-Marquez L. and G. Parra-Olea. 2003. A New Species of Pseudoeurycea (Caudata:Pletodonthidae) from Northern Oaxaca, Mexico. Herpetological Journal. 13 (1): 21-26.

Canseco-Márquez, L., A. Ramos-Torrres, y O. Flores-Villela. 2004. *Geophis blanchardi* (Blanchard's Earth Snake), Geographic Distribution. Herpetological Review, 35(2):191-192.

Canseco-Márquez, L. y G. Gutiérrez-Mayén. 2005. New species of Pseudoeurycea (Caudata: Plethodontidae) from the Mountains of the Mixteca Region of Oaxaca, México. Journal of Herpetology 39 (2): 181-185.

Canseco-Márquez., L. y U. O. García-Vázquez. 2006. Herpetofauna de Oaxaca: adiciones y eliminación de especies. Memorias de la IX Reunión Nacional de Herpetología, 6-9 de Noviembre, Monterrey Nuevo León, México. 38.

Canseco-Márquez, L., G. Gutiérrez-Mayén y A. A. Mendoza-Hernández 2008. A new species of night-lizard of the genus Lepidophyma (Squamata: Xantusiidae) from the Cuicatlan Valley, Oaxaca, Mexico. Zootaxa 1750: 59-67

Carranza Edwards 1980. Ambientes sedimentarios recientes de la Llanura Costera Sur del Istmo de Tehuantepec. Centro de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónima de México, UNAM.

Casas Andreu G., G. Valenzuela López y A. Ramírez Bautista. 1991. Como hacer una colección de anfibios y reptiles. Cuadernos del instituto de Biología 10. Universidad Nacional Autónoma de México 68 pp.

Casas-Andreu, G., F. R. Méndez de la Cruz y J. L. Camarillo. 1996. Anfibios y Reptiles de Oaxaca. Lista, Distribución y Conservación. Acta Zoológica Mexicana. (n. s.) (69): 1-35.

Casas-Andreu, G., F. R. Méndez de la Cruz y X. Aguilar-Miguel. 2004. Anfibios y Reptiles. En: A. J. García-Mendoza, M. J. Ordoñez y M. Briones-Salas (eds.), Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México, pp. 375-390.

Castillo, E. 2011. Problemática en torno a la construcción de parques eólicos en el Istmo de Tehuantepec. Desarrollo Local Sostenible 4(12):1-14.

Castro, G. Z. 2011. Distribución de los anfibios y reptiles de la Mixteca de Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. 98 p.

Caviedes, S. I. W. 2009. Estudio herpetofaunístico del municipio Pluma Hidalgo, Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, Distrito Federal. 81.

Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Fondo de Cultura Económica. México. pp 830-831.

CENAPRED 2002. Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México, Michel Rosengaus Moshinsky, Martín Jiménez Espinosa, María Teresa Conde. Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED); Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). Secretaría de Gobernación (SEGOB).

Cervantes, F. A. 1993. Lepus flavigularis. Mammalian Species 423:1-3.

Cervantes, F. A., M. Martínez y Y. Hortelano. 1993. Variación morfométrica intrapoblacional de Peromyscus melanocarpus (Rodentia: Muridae) de Oaxaca, México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología 64:153-168.

Cervantes A.F. and Yépez M.L. 1995. Species Richness Of Mammals From The Vicinity Of Salinas Crux, Coastal Oaxaca, México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.

Cervantes, F. A., J. Martínez y O. Ward. 1997. The karyotype of the tarabundi vole (Microtus oaxacensis: Rodentia), relict tropical arvicolid. In Homenaje al profesor Ticul Álvarez, J., Arroyo Cabrales, y O. Polaco (coords.). Instituto Nacional de Antropología e Historia, Colección Científi ca. p. 87-96.

CNA 2006. Comisión Nacional del Agua. Programa Hidráulico Regional 2002-2006. Región V Pacífico Sur.

CONABIO 2015. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Regionalización, RTP 132, 130 y 129, AICAS 157 y 11, RHP 81 y 84, RMP 37. Consulta en línea 18/12/2015.

http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Tacerca.html

CONAGUA 2012. Análisis de las temporadas de huracanes de los años 2009, 2010 y 2011 en México. Comisión Nacional del Agua y Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Edición 2012. México.

CONAPO 2005. Consejo Nacional de Población. Índice de Desarrollo Humano por entidad federativa y municipio 2005.

CONAPO 2011. Consejo Nacional de Población. Índice de Marginación por entidad federativa y municipio 2010. México, D.F. Primera edición.

Contreras, V. 2004. Distribución de las aves en Nizanda, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Contreras, V. 2007. El papel del Istmo de Tehuantepec en los patrones biogeográficos de la avifauna mesoamericana. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. 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. D.F.

De Lucas, M.; Janss, G.F.E.; Ferrer, M. (Ed.), 2007. Birds and wind farms: risk assessment and mitigation. Quercus: Madrid. ISBN 978-84-87610-18-9. 275 pp.

DHI Water y Environment. 2011. RIAM V. Basic © An Environmental Impact Assessment tool. Consulta en línea disponible en:

http://www. dhigroup.com /SolutionSoftware/RIAM. aspx

Dirección de la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán. 2001. Registro de Guacamaya Verde (Ara militaris) en los cañones del Río Sabino y Río Seco, Santa María Tecomavaca, Oaxaca, México. Huitzil 2:18-20.

Duellman W. E. 1960. A distributional study of the amphibians of the Isthmus of Tehuantepec, México. University of Kansas publications of the museum of natural history 13 (2): 19-72.

Dunn, M. 1974 Landscape evaluation techniques: An appraisal and review of the literatura. Centre for urban and Regional Studies, University of Birminghan.

Erickson, W. P., G. D. Johnson, Y Young, D. P. Jr. 2005. A summary and comparison of bird mortality from anthropogenic causes with an emphasis on collisions. In Bird Conservation Implementation and Integration in the Americas: Proceedings of the Third International Partners in Flight Conference (C. J. Ralph and T. D. Rich, Editors). USDA Forest Service General Technical Report PSW-GTR-191, pp.1029–1042

Fa, J. E. y L. M. Morales. 1998. Patrones de diversidad de mamíferos de México. Pp. 315- 352. En: T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot, y J. Fa (eds.). Diversidad biológica de México: orígines y distribución. IB-UNAM. México, 792 pp.

Farías, V., T. K. Fuller, F. A. Cervantes y C. Lorenzo. 2006. Home range and social behavior of the endangered Tehuantepec jackrabbit (Lepus flavigularis) in Oaxaca, Mexico. Journal of Mammalogy 87:748-756.

Flores-Villela, O. y P. Geréz. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. Universidad Nacional Autónoma de México, México, 439 pp.

Flores-Villela, O. y L. Canseco Márquez. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 20(2): 115-144.

Forcey, J. M. 2001.Breeding of Cooper's Hawk (Accipiter cooperii) in Oaxaca, Mexico. Huitzil 2:21-23.

Forcey, J. M. 2002a. Notes on the Birds of Central Oaxaca, Part I: Podicipedidae to Laridae. Huitzil 3:1-10.

Forcey, J. M. 2002b. Notes on the Birds of Central Oaxaca, Part II: Columbidae to Vireonidae. Huitzil 3:14-27.

Forcey, J. M. 2002c. Notes on the Birds of Central Oaxaca, Part III: Hirundinidae to Fringillidae. Huitzil 3: 43-55.

García, M. A. 2010. Avifauna de la región de Pluma Hidalgo, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

García-Trejo, E. A. y Navarro, A. G. 2004. Patrones biogeográficos de la riqueza de especies y el endemismo de la avifauna en el oeste de México. Acta Zoológica Mexicana (n. s.) 20(2):167-185.

García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de clasificación climática de Köppen, UNAM, México, D, F, 217 pp.

Garrido, S. 2007. Aves residentes y migratorias de la costa de Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Gehlbach, F. R. y B. B. Collette. 1957. A contribution to the herpetofaunaof the highlands of Oaxaca and Puebla, México. Herpetologica 13: 227-231 pp.

Gómez Orea, D. 2003. Evaluación de impacto ambiental: un instrumento preventivo para la gestión ambiental. 2a ed. Mundi-Prensa, Madrid. 749 pp.

González-Bravo, B. y J. Meraz. 2010. Listado de aves en las islas de Oaxaca y la costa adyacente. Ciencia y Mar 14(42):29-34.

González-García, F y H. Gómez de Silva. 2002. Especies endémicas: riqueza, patrones de distribución y retos para su conservación. Pp. 150-194. En: Gómez de Silva, H. y A. Oliveras de Ita (Eds.). Conservación de aves, experiencias en México. Sociedad para el Estudio y Conservación de las Aves en México A. C., National Fish and Wildlife Foundation, México.

González, P. G., M. Briones-Salas y A. M. Alfaro. 2004. Integración del conocimiento faunístico del estado. In Biodiversidad de Oaxaca, A. J. García-Mendoza, M. J. Ordóñez, y M. Briones-Salas (eds.). Instituto de Biología, UNAM, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza, World Wildlife Fund, México, D.F. p. 449-466.

Goodwin, G. G. 1956. A preliminary report on the mammals colected by T. MacDougall in southeastern Oaxaca, Mexico. Amer. Mus. Nat. Hist. Publ., 1757:1-15.

Goodwin, G. G. 1969. Mammals from the state of Oaxaca, Mexico, in the American Museum of Natural History. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., 141:1-270.

Graham, A. 1973. History of the arborecent temperate element in the northern Latin America biota. In Vegetation and vegetational history of northern Latin America, A. Graham (ed.). Elsevier Scientifi c, Amsterdam. p. 301-314.

Grosselet, M. y J. M. Forcey. 2002. Registro de Carpodacus cassini y Anas platyrhynchos diazi en Oaxaca, México. Huitzil 3:11-13.

Grosselet, M. y T. Burcsu. 2005. Notas sobre las Aves de Capulalpan de Méndez, Sierra de Juárez, Oaxaca, México. Huitzil 6(2):18-24.

Grosselet, M., B. Villa-Bonilla y G. Ruiz. 2008. Afectaciones a vertebrados por vehículos automotores en 1.2 km de carretera en el Istmo de Tehuantepec. Proceedings of the fourth international paterns in flight conferences: Tundra to tropics. 227-231.

Guzmán, S. M. R. 2004. Composición de la comunidad de lacertilios del Parque Nacional Huatulco, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Facultad de estudios Superiores Iztacala. UNAM. 57 p.

Hanken, J. y D. B. Wake. 2001. A seventh species of minute salamander (Thorius: Plethodontidae) from the Sierra de Juárez, Oaxaca, México. Herpetologica. 57: 515-523.

Hartweg, N. y J. A. Oliver. 1937a. A contribution to the herpetology of the Isthmus of Tehuantepec. I. The scelopori of the pacific slope. Occasional papers of the museum of zoology, University of Michigan. 356: 1-9.

Hartweg, N. y J. A. Oliver.1937.b A contribution to the herpetology of the Isthmus of Tehuantepec II, The Teiids of the pacific slope. Occasional papers of the museum of zoology, University of Michigan. 359:1-8.

Hartweg, N. y J. A. Oliver. 1938. A contribution to the herpetology of the isthumus of tehuantepec, III, Three new snakes from the pacific slope. Occasional papaers of the museum of Zoology, university of Michigan. 390: 1-8.

Henestroza, R. 2009. Centrales eólicas en el Istmo de Tehuantepec; su impacto ambiental y socioeconómico. Elementos 74:39-44.

Heyer, W. R., M. A. Donnely, R. W. McDiarmid, L. A. C. Hayek & M. S. Foster, 1994. Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington & London, 364 pp.

Howell, S. N. G. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and northern Central America. Oxford University Press. Oxford, Reino Unido.

IDH 2007. Informe sobre Desarrollo Humano Oaxaca 2007. México. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Ediciones Mundi-Prensa.

INEGI, 2005. Instituto Nacional de Estadística y Geografía Guía para la interpretación de cartografía específica de uso de suelo y vegetación carta de uso de suelo y vegetación en formato digital serie V.

INEGI 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censo de Población y Vivienda realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI 2010.

INEGI, 2012. Instituto Nacional de Estadística y Geografía carta de uso de suelo y vegetación en formato digital serie V.

Juárez-López., J. C., A. J. González-Hernández, M. L. Cabrera-Espinosa y J. M. Garza-Castro. 2006. Anfibios y Reptiles de una zona perturbada en el municipio de Tuxtepec, Oaxaca, Mexico. Editores: Ramírez-Bautista., A. L. Canseco-Márquez y F. Mendoza-Quijano. En: Inventarios Herpetofaunísticos de México : Avances en el Conocimiento de su Biodiversidad. Publicaciones de la Sociedad Herpetológica Mexicana. No. 3. 283-292.

Juárez-Hernández, S. y G. León. 2014. Energía eólica en el Istmo de Tehuantepec: desarrollo, actores y oposición social. Problemas del Desarrollo 178(45):139-162.

Kohler, G. 2008. Reptiles of Central America. HERPETON 368pp.

Kohler, G. 2001. Amphibians of Central America. HERPETON 460pp.

Köhler, G., R. Gómez, T. P., C. B. P. Petersen y F. R. Méndez de la Cruz. 2014. A new species of pine anole from the Sierra Madre del Sur in Oaxaca, México (Reptilia, Squamata, Dactyloide: Anolis). Zootaxa. 3753 (5): 453-468 pp.

Köhler, G., R. Gómez, T. P., C. B. P. Petersen y F. R. Méndez de la Cruz. 2014. A revision of the Mexican Anolis (Reptilia, Squamata, Dactyloidae) from the Pacific versant west of the Isthmus de Tehuantepec in the states of Oaxaca, Guerrero, and Puebla, with the description of six new species. Zootaxa. 3862 (1): 001-210 pp.

Lira, T.I. y V. Sánchez-Cordero. 2006. Nuevo Registro de Conepatus semistriatus Boddaert, 1784 (Carnivora: Mustelidae) en Oaxaca, México. Acta Zoologica Mexicana (n.s.).

López, J. A., C. Lorenzo, F. Barragán y J. Bolaños. 2009 Mamíferos terrestres de la zona lagunar del istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 80: 491-505.

López, H. I. D. 2011. Anfibios y Reptiles del Distrito de Zaachila, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco. 89 p.

López- Ramos, E., 1974, Geología general de México. 3a edición: México, D. F., Edición Escolar, 507 p.

Lorence, D.H. y García-Mendoza 1989. Evaluación Florística del Estado de Oaxaca. Congreso Mexicano de Botánica, México, D.F.

Lorenzo, C., J. E. Bolaños, E. C. Sántiz y F. A. Cervantes. 2005. Distribución de Zorrillos en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. In Contribuciones mastozoológicas en homenaje a Bernardo Villa, V. Sánchez-Cordero y R. A. Medellín (eds.). Instituto de Biología, UNAM/ Instituto de Ecología, UNAM/Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F. p. 317-324.

Lorenzo, C., T. M. Rioja, A. Carrilllo and F. A. Cervantes. 2008. Population Fluctuations of Lepus flavigularis (Lagomorpha: Leporidae) At Tehuantepec Isthums, Oaxaca, Mexico. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 24(1):2007-220

Mancilla, M. M. y A. Rendón R. 2000. Primer registro de Leptodeira frenata (Serpentes:Colubridae) para el Estado de Oaxaca. Vertebrata Mexicana (9):11-14.

Martín-Regalado, C. N., R. M. Gómez-Ugalde y M. E. Cisneros-Palacios. 2011. Herpetofauna del Cerro Guiengola, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 27 (2): 359-376 pp.

Martínez G., M. 1891. Flora y fauna del Estado libre y soberano de Oaxaca. Imprenta del Estado Ignacio Candiani. 115 pp.

Martínez, B. R. L. 2004. Contribución al conocimiento de la biología de la especie endémica Sceloporus macdougalli en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. 58 p.

Martínez, S. M. 2011. Herpetofauna de la Cuenca Baja del Río Verde, Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura. Universidad del Mar, Puerto Escondido, Oaxaca. 83 p

McAndrews, A. E., J. E. Montejo y G. D. Alducin-Chávez. 2008. First description of the egg and notes on the nest of Cinnamon-tailed Sparrow (Aimophila sumichrasti). Ornitología Neotropical 19.

McAndrews, A. E. y J. E. Montejo. 2010. Birds from the Plains of Tehuantepec, Oaxaca, Mexico. The Southeastern Naturalist 55(4):569-575.

McDiarmid, R. W., Foster, M. S., Guyer, C., Gibbons, J. W., & Chernoff, N. (2011). Reptile biodiversity: standard methods for inventory and monitoring. Univ of California Press.

Meik, J. M., L. Canseco-Márquez, E. N. Smith and J. A. Campbell. 2005. A new species of Hyla (Anura: Hylidae) from Cerro Las Flores, Oaxaca, México. Zootaxa 1046:17-27.

Mendelson, J. R., III, and K. R. Toal III. 1996. A new species of Hyla (Anura: Hylidae) from the Sierra Madre del Sur of Oaxaca, Mexico, with comments on Hyla chryses and Hyla mykter. Journal of Herpetology 30 (3): 326–333.

Mendelson J. R. 1997. A new species of toad (Anura: Bufonidae) form Oaxaca, México with comments on the status of Bufo cavifrons and Bufo cristatus. Herpetologica 53 (2): 268-286.

Mendelson, J. R., III, and J. A. Campbell. 1999. Taxonomic status of populations of populations referred to Hyla chaneque (Anura: Hylidae) in southern Mexico, with description of a new treefrog from Oaxaca. Journal of Herpetological. 33(1):80–86

Monroy-Ojeda, A., M. Grosselet y G. Ruiz. 2013. Further contributions on the description of the nest, eggs and nesting habitat of the Mexican micro-endemic and near threatened Rose-bellied Bunting (Passerina rositae). Huitzil 14(2):146-149.

Navarro, A. G., E. A. García-Trejo, A. T. Peterson y V. Rodríguez-Contreras. 2004. Aves. En: García-Mendoza, A. J., M. J. Ordóñez y M. Briones-Salas (editores). Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo Oaxaqueño para la conservación de la naturaleza, World Wildlife Fund.

Nieto-Montes de Oca, A., J.A. Campbell and O. Flores-Villela. 2001. A new species of Xenosaurus (Squamata: Xenosauridae) from the Sierra Madre del Sur of Oaxaca, Mexico. Herpetologica, 57(1):32-47.

Nieto-Montes de Oca, A. N. 2003. A new species of the Geophis dubius group (Squamata: Colubridae) from the Sierra de Juárez of Oaxaca, Mexico. Herpetologica. 59 (4):572-585.

Noguera, A. F., Vega. R. J., García. A. A y Quesada. A. M. 2002. Historia Natural de Chamela. Instituto de Biología, UNAM. México. 563 p

NREL. 2004. Atlas de Recursos Eólicos del Estado de Oaxaca, elaborado por el grupo de recursos eólicos del Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL), No. NREL/TP-500-35575.

Ochoa L. M. y O. Flores Villela. 2006. Áreas de diversidad y endemismo de la herpetofauna mexicana. UNAM-CONABIO, México, D.F.: 211 pp.

Olguín-Monroy, H.C. 2006. Mastofauna de la región de Los Chimalapas, Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM.

Ortiz-Martínez, T y V. Rico-Gray. 2007. Spider Monkeys (Ateles geoffroyi vellerous) In: Tropical Deciduous Forest In Tehuantepec Oaxaca, Mexico. The Southwestern Naturalist 52(3):393–399.

Parrea-Olea, G., M. García-París y D. B. Wake. 2002. Phylogenetic relationships among salamanders of the Bolitoglossa macrinii species Group (Amphibia: Plethodontidae), with description of the two new species from Oaxaca, México. Journal of Herpetology. 36: 356-366.

Parra-Olea, G., García-París, M., Hanken, J. and Wake, D.B. 2004. A new species of arboreal salamander (Caudata: Plethodontidae: Pseudoeurycea) from the mountains of Oaxaca, Mexico. Journal of Natural History: 1-13.

Parra-Olea, G., García-París, M., Hanken, J. and Wake, D.B. 2005. Two new species of Pseudoeurycea (Caudata: Plethodontidae) from the Mountains of Northern Oaxaca, Mexico. Copeia: 461-469.

Pastakia, C. 1998. The Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM). A new tool for environmental tool assessment, In: Kurt Jensen (ed), Environmental Assessment Matrix (RIAM), Oslen y Oslen, Fredensborg, Denmark.

PDRS 2010. Plan Municipal de Desarrollo Rural Sustentable, Unión Hidalgo, Oaxaca 2008-2010. Gobierno Municipal de Unión Hidalgo, Oaxaca.

PED 2011. Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca 2011-2016 Gobierno del Estado de Oaxaca.

Pennington, T. D. y J. Sarukhán. 1998. Manual para la identificación de los principales árboles tropicales de México. Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica, México, D.F. 517 pp.

Pérez, M. H. A. 2007. Evaluación de la diversidad beta de la herpetofauna mexicana, un análisis estatal. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores-Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. 77 p.

Pérez García, E.A., J. Meave y C. Gallardo 2001. Vegetación y flora de la región de Nizanda, Istmo de Tehuantepec (Oaxaca), México. Acta Botanica Mexicana, 56: 19-88.

Pérez-Irineo, G. y A. Santos-Moreno. 2012. Diversidad de mamíferos terrestres de talla grande y media de una selva subcaducifolia del noreste de Oaxaca, México. Laboratorio de Ecología Animal, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional. Revista Mexicana de Biodiversidad 83: 164-169.

Peterson, T. A., A. G. Navarro-Sigüenza, B. E. Hernández-Baños, G. Escalona-Segura, F. Rebón-Gallardo, E. Rodríguez-Ayala, E. M. Figueroa-Esquivel y L. Cabrera-García. 2003. The Chimalapas Region, Oaxaca, Mexico: a high-priority region for bird conservation in Mesoamérica. Bird Conservation International 13:227-253.

PMD-SDI 2011. Plan Municipal de Desarrollo 2011-2013. Honorable Ayuntamiento Constitucional de Santo Domingo Ingenio, Oaxaca.

PNUD 2007. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Informe sobre Desarrollo Humano México 2006-2007. Ediciones Mundi-Prensa.

Ralph, C. J., G. R. Geupel, P. Pyle, T. E. Martin, D. F. DeSante y B. Milá. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. United States Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station. Albany, California. 46 pp.

Ramamorthy T. P. 1998. Diversidad Biológica de México: orígenes y distribución. México: UNAM.

Ramírez-Pulido, J., J. Arroyo-C. y A. Castro-C. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.), 21(1):21-82.

Rendón, R. A., T. Álvarez y O. Flores-Villela. 1998. Herpetofauna de Santiago Jalahui, Oaxaca, México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) (75): 17-45.

Rioja-Paradela, T., A. Carrillo-Reyes, G. Castañeda y S. López. 2013. Diversidad Herpetofaunística al norte de la Laguna Inferior, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. Acta Zoológica Mexicana (n. s.). 29 (3): 574-595 pp.

Rodríguez, K. M. 2011. Diversidad y abundancia de la comunidad de aves en San Juan Coyula, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. México, D.F. 432 pp.

Sántiz, L. E. 2006. Selección de hábitat y densidad de la liebre del istmo Lepus flavigularis (Wagner, 1844) en Oaxaca, México. Tesis maestría Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz. 89 p.

Sánchez-Cordero V. F. Botello, J. J. Flores- Martínez, R. A. Gomez-Rodriguez, L. Guevara. G. Gutiérrez-Granados, Ángel Rodríguez-Moreno. 2014. Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl.85: S496-S504.

Santos, A. R., A. L. Hernández, M. C. Lavariega y R.M. Gómez-Ugalde. 2013. Diversidad de las aves en cultivares de Santa María Yahuiché, Sierra Madre de Oaxaca, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 6:1241-1250.

Schaldach, W. J., Jr. 1966. New forms of mammals from southern Oaxaca, Mexico, with notes on some mammals of the coastal range. Saugetierk. Mitt., 14:286-297.

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y faunas silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario oficial de la Federación, segunda sección, diciembre de 2010.

Sélem, C. I., J. Sosa y S. Hernández. 2004. Aves y Mamíferos. En: Bautista, F., H. Delfín, J. L. Palacio y M. C. Delgado (editores). Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Universidad Nacional Autónoma de México. Universidad Autónoma de Yucatán. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Instituto Nacional de Ecología. México. 507 pp.

Siria, H. C. G. 2003. Ofidiofauna del Parque Nacional Huatulco, Oaxaca. Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios Profesionales Iztacala. UNAM. 60 p.

Smith, H. M. y D. A. Langebarlet. 1949. Notes on a collection of reptiles and amphibians from the Isthmus of Tehuantepec, Oaxaca. Journal of Washington Academy of Science 39 (12): 409-416 pp.

Smith, H. M. y E. H. Taylor. 1945. An annotated checklist and key to the snakes of Mexico. Smithsonian Institution United States National Museum. Bulletin 187. 239 pp.

Smith, H. M. y E. H. Taylor. 1948. An annotated checklist and key to the amphibia of Mexico. Smithsonian Institution United States National Museum. Bulletin 194. 118 pp.

Smith, H. M. y E. H. Taylor. 1950. An annotated checklist and key to the reptiles of Mexico. Smithsonian Institution United States National Museum. Bulletin 199. 253 pp.

SNIM 2015. Sistema Nacional de Información Municipal. Municipio de Santo Domingo Ingenio y Unión Hidalgo, Oaxaca. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo de los Municipios. Secretaría de Gobernación. 2015. Consulta en línea. 15/12/2015.

http://www.snim.rami.gob.mx/

SMN 2014. Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica No. 00020173 Unión Hidalgo, Oaxaca. Latitud: 16°27'55'' N Longitud: 094°49'59'' W Altura: 11.0msnm. Periodo 1951-2010. Consulta en línea. 28/11/2015.

http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=183:oaxaca&catid=14&Itemid=167

SSN 2015. Servicio Sismológico Nacional. Geofísica. Universidad Nacional Autónoma de México, UANM. Catálogo 2006 a la fecha. Consulta en línea. 22/12/2015.

http://www2.ssn.unam.mx:8080/website/jsp/catalogo1.jsp

Soloaga, Isidro. y G. Lara (2006), Evaluación del impacto de la migración sobre el cálculo del Índice de Desarrollo Humano en México. Comisión Económica para América Latina - Centro Latinoamericano de Demografía.

Townsed, P. A., L. Canseco M., J. L. Contreras J., G. Escalona-Segura., O. Flores-Villela., J. García-López., B. Hernández-Baños., C. A. Jiménez R., L. León-Paniagua. S. Mendoza A., A. Navarro-Sigüenza., V. Sánchez-Cordero y D. Willard. 2004. A preliminary biological survey of Cerro Piedra Larga, Oaxaca, México: Birds, mammals, reptiles, amphibians,

and plants. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología. 75(2): 439-466.

Trejo, I. y R. Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. Biological Conservation, 94:133-142.

Trejo, C. M. 2009. Inventario de anfibios en las localidades de San Mateo Yetla y Cerro Marín, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. 75 p.

Ustach, P. C., J. R. Mendelson III, R. W. Mc Diarmid y J. A. Campbell. 2000. A new species of Hyla (Anura: Hylidae) from the Sierra Mixes, Oaxaca, México, with comments on ontogenetic variation in the tadpoles. Herpetologica. 56. 239-250.

Vargas, Z. 2001. Valoración de los vertebrados terrestres por los huaves y zapotecas de la zona lagunar del istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Tesis maestría El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. 46 p.

Vázquez, L. 2007. Descripción de la comunidad de aves de la selva baja caducifolia y su relación con la estructura del hábitat en Santa María Tecomavaca, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Vázquez, L., H. Moya y M. C. Arizmendi. 2009. Avifauna de la selva baja caducifolia en la cañada del río Sabino, Oaxaca, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 80:435-549.

Vega-Trejo, R. I. Trejo., O. A. Flores-Villela y V. H. Reynoso. 2013. Amphibian and reptile community structure in pristine coniferous forest: baseline data for conservation studies. Herpetological conservation and Biology. 8 (3): 622-640 pp.

Villa-Bonilla, B., O. R. Rojas-Soto, A.G. Colodner-Chamudis y C. Tejeda-Cruz. 2008. Inventarios municipales de avifauna y su aplicación a la conservación: el caso de Zacapoaxtla, Puebla, México. Ornitología Neotropical 19:531-551.

Voss R. S. y L. H. Emmons. 1996. Mammalian diversity in neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. Bulletin of the American Museum of Natural History No. 230.

Webb, S. D. 1978. A history of savanna vertebrates in the New World. Part II: South America and the great interchange. Annual Review Ecology and Systematics 9:393-426.

Webb, R. G. y R. H. Baker. 1969. Vertebrados terrestres del suroeste de Oaxaca. Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Zoología 40 (1): 139-152.

Woodbury, A. M. y D. M. Woodbury. 1944. Notes on Mexican snakes from Oaxaca. Journal of Washington Academy of Science 34 (11): 360-373.

Woodman, N. y R. M. Timm. 1999. Geographic variation and evolutionary relationships among broad-clawed shrews of the Cryptotis goldmani-group (Mammalia: Insectivora: Soricidae). Fieldiana Zoology 91:1-35.

Woodman, N. y R. M. Timm. 2000. Taxonomy and evolutionary relationships of Phillips' small-eared shrew, Cryptotis phillipsii (Schaldach, 1966), from Oaxaca, Mexico (Mammalia: Insectivora: Soricidae). Proceedings of the Biological Society of Washington 113:339–355.

X. ANEXOS

1. Documentos legales del promovente.

    1.1. Acta Constitutiva.
    1.2. RFC.
    1.3. Poder Legal.
    1.4. Identificación del RL.

2. Documentos legales de los predios.

    2.1. Lista de propietarios.
    2.2. Plano de parcelas arrendadas.
    2.3. Contratos de arrendamiento.

3. Prestador de servicios ambientales.

    3.1. M.I. Carlos Rábago Estela.
    3.2. M. en C. Adán Oliveras de Ita.
    3.3. Arq. Luis Feijóo Garza.
    3.4. MVZ. Lorena Rábago Estela.
    3.5. Biol. Adriana Garza Rodríguez.

4. Coordenadas que delimitan la poligonal general.

5. Coordenadas de posición de aerogeneradores.

6. Coordenadas de superficies de desmonte.

7. Plano general del proyecto.

8. Ingeniería básica de viales.

    8.1. Coordenadas de viales.
    8.2. Plano de viales.

9. Planos de cimentación.

10. Plan de trabajo.

11. Resultados de muestreo de fauna.

    11.1. Listado sistemático.
    11.2. Reporte fotográfico.

12. Programa de Vigilancia Ambiental.

    A. Calendarización de las medidas de mitigación.
    B. Estimación de los costos.

13. Reporte fotográfico del sitio.

ANEXO LEYENDA DE CLASIFICACIÓN

SEMARNAT
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

El nombre del área del cual es titular quien clasifica: Delegación Federal de la SEMARNAT en Oaxaca.

La identificación del documento del que se elabora la versión pública: Manifestación de Impacto Ambiental, No. de Bitácora: 20/MP-0127/08/16.

Las partes o secciones clasificadas, así como las páginas que la conforman: Se clasifican Datos personales; Páginas 9, 10 y 11.

Fundamento legal, indicando el nombre del ordenamiento, el o los artículos, fracción(es), párrafo(s) que sustenten la clasificación; así como las razones o circunstancias que motivaron la misma: La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el primer párrafo del artículo 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública y 113 Fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública; por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

Firma del titular del Área:

Lic. José Ernesto Ruiz López.

Fecha y número de Acta de Sesión del Comité: Resolución 464/2017, con fecha 12 de octubre de 2017.