



COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
SUBDIRECCIÓN DE GENERACIÓN  
GERENCIA DE PROYECTOS GEOTERMOELÉCTRICOS

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

**PROYECTO EÓLICO**

**LA VENTA II - OAXACA**

**CAPÍTULOS**





COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
SUBDIRECCIÓN DE GENERACIÓN  
GERENCIA DE PROYECTOS GEOTERMOELÉCTRICOS

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

**PROYECTO EÓLICO**

**LA VENTA II - OAXACA**

**CAPÍTULOS**



Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG



**INSTITUTO DE  
ECOLOGIA, A.C.**

**DICIEMBRE 2003**



INSTITUTO DE  
ECOLOGÍA, A.C.



CRÉDITOS

---

## INSTITUTO DE ECOLOGÍA, A. C.

### **Coordinador general**

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG

### **Gestión general del proyecto**

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG



## **Capítulo IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto**

### ***Delimitación del área de estudio***

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG

### ***Clima, Geología, Hidrología, y Suelo***

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG

### ***Vegetación terrestre***

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG

### ***Fauna terrestre***

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG

### ***Paisaje***

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG

### ***Aspectos socioeconómicos***

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG

### ***Diagnóstico ambiental***

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG



INSTITUTO DE  
ECOLOGIA, A.C.



CRÉDITOS

---

## **Capítulo V. Identificación, descripción y evaluación de impactos ambientales**

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG

## **Capítulo VI. Medidas preventivas y de mitigación de impactos ambientales**

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG

## **Capítulo VII. Pronósticos ambientales regionales y evaluación de alternativas**

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG

## **Capítulo VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos**

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG

## **Cartografía**

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG



INSTITUTO DE  
ECOLOGIA, A.C.



CRÉDITOS

---

## **Apoyo técnico**

### ***Vegetación terrestre***

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG

### ***Fauna terrestre***

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG

### **Anovos diversos**

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG

### ***Apoyo secretarial***

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG



COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
SUBDIRECCIÓN DE GENERACIÓN  
GERENCIA DE PROYECTOS GEOTERMOELÉCTRICOS

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

**PROYECTO EÓLICO**

**LA VENTA II - OAXACA**

**RESUMEN EJECUTIVO**



Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG



INSTITUTO DE  
ECOLOGIA, A.C.

**DICIEMBRE 2003**



## RESUMEN EJECUTIVO

### PROYECTO EÓLICO LA VENTA II

#### I. Avance del proyecto

Actualmente el proyecto **no** tiene ningún avance de las etapas en las que ha sido dividido para su ejecución.

#### II. Tipo de obra o actividad

El Proyecto Eólico (P.E.) La Venta II, tendrá una capacidad de generación de 100 MW, incluirá la instalación de aerogeneradores cuya capacidad individual será igual o mayor de 660 kW, por lo que el número de unidades requeridas para completar los 100 MW quedará determinado hasta el momento en que se emita el fallo de la licitación correspondiente. En todo caso el número máximo de aerogeneradores para este proyecto será de 152.

#### III. Tipo y cantidad de materiales y sustancias

Los materiales y las cantidades necesarios para el Proyecto Eólico La Venta II, se muestran a continuación.





<b>Materiales y sustancias que serán utilizados en el P.E. La Venta II</b>						
<b>ETAPA</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN/ EDO. FÍSICO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CARACT. CRETIB</b>	<b>CANT.</b>	<b>USO FINAL</b>
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>	Limpieza, trazo y nivelación	Despalme del terreno	m <sup>3</sup>	N/A	270 140	Reintegrado
	Localización de Aerogeneradores	Mojoneras de concreto/ sólido	Pieza	N/A	152	Reintegrado
<b>CONSTRUCCIÓN</b>	Excavación	No requiere	m <sup>3</sup>	N/A	74 480	Esparcidos
	Relleno	No requiere	m <sup>3</sup>	N/A	74 480	Esparcidos
	Plantillas de concreto	Cemento, polvo y piedra/sólidos	m <sup>2</sup>	N/A	2 979,2	Esparcidos
	Cable de cobre desnudo	Para la red de tierras	m	N/A	13570	Enterrado
	Varilla copperweld	Para la red de tierras	Pza.	N/A	1416	Enterrada
	Conector de fusión	Para la red de tierras	Pza.	N/A	472	Reintegrado
	Cimbra en cimentación	Madera	m <sup>2</sup>	N/A	16520	Reintegrado
	Acero de refuerzo	Varilla corrugada/ sólido	t	N/A	1534	Reintegrado
	Concreto en cimentaciones	Cemento/ sólido	m <sup>3</sup>	N/A	74 480	Enterrado
	Tubería conduit de PVC	Tubería de PVC	m	N/A	590	Enterrada
	Brida para atornillado de torre	Brida de acero	Pza.	N/A	152	Enterrada
	<b>OPERACIÓN</b>	Mantenimiento	Tornillería/sólido	Lote	N/A	152
		Estopa/ sólido	Lote	N/A	152	Reintegrado

#### **IV. Tipo y cantidad de residuos que se generarán en las diferentes etapas**

Los residuos peligrosos que se generen durante las diferentes etapas del proyecto, serán manejados de acuerdo con el Reglamento de la LGEEPA en materia de residuos peligrosos. Todos los residuos no peligrosos con posibilidad de reciclaje, como cartón, madera y plástico, serán entregados a recolectores asignados por el productor.

En los cuadros que se presentan a continuación se indican los residuos que se generarán en las diferentes etapas.



<b>Residuos sólidos peligrosos: etapa de preparación del sitio y construcción</b>				
<b>NOMBRE DEL RESIDUO</b>	<b>CARACT. CRETIB</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TIPO DE EMPAQUE</b>	<b>SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL</b>
Material impregnado con grasas o aceites	I	3 700 kg	Tambos etiquetados	Confinamiento autorizado
Colillas de soldadura	R, T	1 500 kg	Tambos etiquetados	Venta para reciclamiento
Recipientes impregnados con pinturas	I, T	450 kg	No aplica	Confinamiento autorizado
Recipientes impregnados con aceite lubricante	I, T	18 000 kg	No aplica	Confinamiento autorizado
Baterías	C, T	150 kg	No aplica	Venta para reciclamiento
Aceite lubricante usado	I, T	9 000 kg	Tambos de 200 l y etiquetados	Venta para reciclamiento

**NOTAS.**

- 1.- Características **CRETIB**: **C** = corrosividad, **R** = reactividad, **E** = explosividad, **T** = toxicidad al ambiente, **I** = inflamabilidad, **B** = biológico infeccioso.
2. Ninguno de los residuos sólidos manejados durante la preparación del sitio y construcción del proyecto tiene propiedades como cancerígeno o que provoque otro tipo de daños a la salud.
3. Todos los residuos peligrosos generados son transportados a sus sitios de depósito definitivo en vehículos que cumplen con los requisitos establecidos por la normatividad aplicable.
4. Las cantidades indicadas corresponden al total esperado durante las etapas de preparación del sitio y construcción

<b>Residuos sólidos peligrosos: etapa de operación</b>				
<b>NOMBRE DEL RESIDUO</b>	<b>CARACT. CRETIB</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TIPO DE EMPAQUE</b>	<b>SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL</b>
Material impregnado con grasas o aceites lubricante	I	4000 kg	Tambos etiquetados	Confinamiento autorizado
Solventes usados	E, I, T	0,4 m <sup>3</sup>	Tambos etiquetados	Confinamiento autorizado
Baterías	C, T	100 kg	No aplica	Venta para reciclamiento
Aceite lubricante usado	I, T	15,2 m <sup>3</sup>	Tambos de 200 l y etiquetados	Venta para reciclamiento



<b>Generación de residuos sólidos no peligrosos: preparación del sitio y construcción</b>		
<b>NOMBRE DEL RESIDUO</b>	<b>CANTIDAD GENERADA</b>	<b>DISPOSICIÓN FINAL</b>
Residuos de la construcción	450 m <sup>3</sup>	Se almacenarán en montículos para ser vaciados en camiones que los llevarán a sitios autorizados por el municipio.
Residuos provenientes del desmoste y despalme	8 632 m <sup>3</sup>	Se almacenarán en montículos para ser vaciados en camiones que los llevarán a los sitios autorizados por el municipio.
Residuos sanitarios	110 m <sup>3</sup>	Una empresa especializada se encargará de su colección y traslado a una planta de tratamiento de aguas residuales para su disposición final.
Basura doméstica	12 toneladas	Será puesta en tambos cerrados, para que el servicio municipal la transporte a los sitios de disposición final respectivos.
Reciclables: Cartón Madera Metal	480 kg 48 toneladas 3 toneladas	Centros de acopio y sitios autorizados por el municipio

<b>Generación de residuos sólidos durante la operación del proyecto</b>		
<b>NOMBRE DEL RESIDUO</b>	<b>CANTIDAD GENERADA</b>	<b>DISPOSICIÓN FINAL</b>
Basura doméstica	3 t/año	Será almacenada temporalmente en tambos y puesta a disposición del servicio municipal de colección de basura.
Reciclables: Cartón Madera Metal	Cantidad inapreciable	La generación de este tipo de residuos es inapreciable por lo que se pondrá a disposición del servicio municipal, para su reuso



## **V. Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que rigen el proyecto en sus diferentes etapas**

Las Normas Oficiales Mexicanas aplicables al P.E. La Venta II en sus diferentes etapas, se mencionan a continuación.

NOM-041-SEMARNAT-1999. Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

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.

NOM-50-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.

NOM-052-SEMARNAT-1993. Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente

NOM-054-SEMARNAT-1993. Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.

NOM-059-SEMARNAT-2001. 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.

NOM-080-SEMARNAT-1994. 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.

NOM-081-SEMARNAT-1994.- Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

NOM-011-STPS-2001. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

NOM-017-STPS-2001. Equipo de protección personal - selección, uso y manejo en los centros de trabajo.



NOM-002-SCT-2003.- Listado de sustancias y materiales peligrosos más usualmente transportados.

PROY-NOM-015-SCT3-1995. Que regula el señalamiento visual y luminoso de objetos.

## **VI. Técnicas empleadas para la descripción del medio físico, biótico y socioeconómico**

Para la descripción del medio físico, biótico y socioeconómico, las técnicas empleadas variaron de acuerdo con el tema, teniendo lo siguiente.

### ***Medio físico***

Para la descripción del medio físico de la región donde se instalará el P.E. La Venta II, Oaxaca, se realizó lo siguiente: revisión bibliográfica de documentos en general y de cartografía existente que se ha elaborado para el área de estudio. La información analizada se complementó con trabajos de campo, realizando recorridos dentro del predio y en el área de estudio (radio de 5 km) para la verificación y corroboración de la información bibliográfica recopilada. Para el caso del clima, se revisó la información existente para la zona.

En la descripción de los apartados de geomorfología, suelos e hidrología, se revisó la bibliografía existente para la zona y se consultó la cartografía existente. Además, se realizaron recorridos de campo.

### ***Medio biótico***

Para este apartado se revisó la literatura y cartografía existente para el área de estudio. Respecto a la vegetación y la fauna, se realizaron visitas al campo. Durante los recorridos de campo, se realizaron colectas tanto de la vegetación como de la fauna presente durante la visita.



En el caso de la vegetación, el material botánico colectado fue prensado y trasladado al herbario del Instituto de ecología, A.C., para ser secado y deshidratado. Posteriormente fue determinado con la literatura y corroborado con material de herbario

En el caso de la fauna, para los mamíferos pequeños se realizaron muestreos usando trampas Sherman para la captura de individuos vivos. En el caso de las aves se realizó la identificación visual o auditiva de las especies, la identificación se hizo con la ayuda de guías de campo impresas y con la ayuda de binoculares. Respecto a la herpetofauna, se realizaron recorridos buscando individuos en el predio.

### *Aspectos socioeconómicos*

El análisis de los aspectos socioeconómicos de la población afectada por la construcción del P.E. La Venta II, se realizó ubicando el sitio del proyecto en los límites municipales, identificando las poblaciones afectadas según la base de información de conteo (INEGI, 2001).

## **VII. Ubicación física del proyecto**

El Proyecto Eólico La Venta II, se ubicará en una porción de los ejidos La Venta y Santo Domingo entre las coordenadas 94° 49' 11" longitud oeste y 16° 35' 24" latitud norte, a un costado de la carretera Federal Juchitán – Tuxtla Gutiérrez, cerca del entronque La Venta - Unión Hidalgo con dirección al sur, y La Venta- El Porvenir con dirección al norte. En el Mapa II.1, se presenta la ubicación del proyecto.



### **VIII. Características del sitio**

Dentro del área a afectar para la construcción del proyecto, el uso actual del suelo es de tipo agropecuario. Las principales actividades agrícolas que se realizan son el cultivo de especies forrajeras como el sorgo y de granos básicos, principalmente maíz; otra actividad es el cultivo de la caña de azúcar, actividad que sustenta la economía de la región; el método que se sigue para la apertura de los sitios e implantación de estos cultivos es el tradicional de roza-tumba-quema. El pastoreo extensivo de ganado vacuno es la principal actividad pecuaria que se realiza en la región; sin embargo a pesar de contar con áreas ya adecuadas para dicha actividad en la zona, en los sitios en los que aun existe el acahual del bosque tropical caducifolio también se realiza dicha actividad acelerando el desmonte en estos sitios.

En la zona norte el proyecto colinda con una elevación montañosa, la cual esta cubierta por bosque tropical caducifolio, el uso de esta zona es preferentemente forestal tanto por la cubierta de vegetación como por la pendiente presente en el terreno. Sin embargo, en estos sitios se observan los efectos por la intervención del hombre, ya que la cubierta vegetal esta perdiendo terreno en contra de la apertura de los cultivos y pastizales por un lado, y por el otro por la extracción de madera y leña, que se realiza en menor escala pero parece constante. Cabe señalar que esta zona colinda con el área de cinco kilómetros de radio de afectación considerados dentro de este proyecto.

### **IX. Superficie requerida**

A continuación se muestra la superficie requerida para la construcción del proyecto.



<b>Superficie requerida</b>				
<b>Conceptos</b>	<b>Superficie por zona (m<sup>2</sup>)</b>		<b>Superficie ABTC+ AP (m<sup>2</sup>)</b>	<b>% respecto a la sup. total</b>
	<b>ABTC</b>	<b>AP</b>		
a) Superficie total del predio	7 839 200	11 280 800	19 120 000	100 %
b) Superficie a afectar:				
. caminos (29 640 m de 10 m de ancho)	121 524	174 876	296 400	1,55
. Plataformas (152 de 50 x 50 m)	155 800	224 200	380 000	1,98
. Almacenes y comedor	-	500	500	0,003
c) Superficie de obras permanentes:				
. Caminos (29 640 m de 6 m de ancho)	72 914	104 926	177 840	0,93
. Plataformas (152 de 20 x 20 m)	24 928	35 872	60 800	0,31

## **X. Identificación y evaluación de impactos ambientales**

Como se describe en los capítulos del presente documento, el P.E. La Venta II, estará ubicado en una zona con uso del suelo de tipo agropecuario. Por lo tanto, no se considera que en el sitio existan sitios de alto valor escénico.

A partir de la descripción del proyecto, su situación con respecto a la normatividad ambiental y de los resultados del inventario y del diagnóstico ambiental, se puede intuir que con excepción del efecto que pueden tener los aerogeneradores sobre la ruta migratoria de aves (ver capítulo IV), el proyecto no tiene impactos considerables sobre los elementos del medio físico, biológico y social. En este contexto, fue muy útil realizar un primer análisis de tipo general mediante una matriz de cribado, con el objeto de señalar las interacciones entre el proyecto y los indicadores de impacto.

Una vez identificadas las acciones del proyecto y los indicadores de impacto, se procedió a construir una matriz de impactos potenciales en donde se relacionaron las acciones del proyecto y los indicadores de impacto. La descripción general de los impactos se presenta a continuación.





<b>Descripción general de impactos</b>	
<b>ETAPA</b>	
	<b>CALIDAD DEL AIRE</b>
Preparación del sitio, construcción, operación y abandono	El uso de vehículos y maquinaria incrementará las concentraciones de CO, HC, NO <sub>x</sub> , y PST. El incremento de polvos por el transporte de materiales, movimiento de tierra durante la nivelación del terreno y despalme, así como la circulación de los vehículos en los caminos de terracería.
	<b>RUIDO</b>
Preparación del sitio, construcción, operación y abandono	El uso de vehículos, maquinaria y la operación de los aerogeneradores incrementará los decibeles de ruido.
	<b>SUELO</b>
Preparación del sitio, construcción, operación y abandono	Los trabajos de preparación del sitio, particularmente las actividades de nivelación del terreno y despalme ocasionarán pérdida de suelo. El movimiento de maquinaria pesada puede ocasionar la compactación y pérdida de la calidad del suelo. Los derrames accidentales de aceites durante las labores de construcción y mantenimiento de los aerogeneradores y vehículos pueden contaminar el suelo.
	<b>AGUA</b>
Operación y mantenimiento	La apertura de caminos puede modificar la dirección de los escurrimientos
	<b>VEGETACIÓN</b>
Preparación del sitio	El desmonte y despalme para la construcción de la Central y los caminos conlleva a la pérdida de cobertura vegetal
	<b>FAUNA</b>
Preparación del sitio, construcción, operación y abandono	El desmonte, despalme, el uso de maquinaria y vehículos y la presencia de personal puede significar una mayor presión o aumento en la mortalidad de anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Esto sobre todo durante la preparación del sitio y la construcción, etapas en las que el número de trabajadores y maquinaria será mayor. Durante la operación y el abandono la magnitud de estos impactos será casi nula. Durante la operación de la Central existe riesgo de colisión de aves y murciélagos con los aerogeneradores.
	<b>PAISAJE</b>
Operación y mantenimiento	La presencia de los aerogeneradores afectará la calidad del paisaje .
	<b>SOCIOECONÓMICOS</b>
Preparación del sitio	El desmonte y despalme en los terrenos agrícolas provocará una pérdida en los rendimientos de los cultivos así como en la economía de los propietarios.

De los impactos identificados, se consideraron como relevantes: la afectación a la calidad del paisaje, la pérdida de vegetación, y la colisión potencial de murciélagos y aves con los aerogeneradores. Dada la relevancia de la ruta migratoria de éste último grupo, se hizo un análisis más detallado sobre el riesgo al cual podrían estar expuestas las especies de aves que cruzan por el sitio durante otoño y primavera.



## XI. Medidas de mitigación

Para evitar y mitigar los impactos potenciales que pueden presentarse por la construcción y operación del P.E. La Venta II, se ha formulado un programa estratégico que considera una serie de medidas preventivas, de remediación, rehabilitación, compensación y reducción, que se recomienda sean atendidas en las diferentes etapas que comprende el proyecto. La descripción de las medidas de mitigación se presenta a continuación.

<b>Descripción de las medidas de mitigación para las etapas de preparación del sitio y construcción</b>			
<b>IMPACTO</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>MEDIDA DE PREVENCIÓN, CONTROL O MITIGACIÓN</b>	<b>ESPECIFICACIONES</b>
1. Eliminación de individuos bajo estatus de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2001.	Reducción	1) Realizar una prospección en el derecho de vía que ocuparán los caminos de acceso y las áreas seleccionadas para implantar los aerogeneradores, antes de iniciar las actividades de preparación del sitio y construcción; en caso de detectar individuos de alguna(s) especie(s) listada(s), se procederá a su colecta y traslado a alguna zona aledaña al derecho de vía con condiciones favorables para su desarrollo.	El trabajo se desarrollará durante todo el período de preparación del sitio y construcción, días antes de la apertura de cada frente de trabajo.  El responsable ambiental de la obra llevará una bitácora donde se asentará la especie, número de individuos y lugar donde fueron trasladados.



<b>Descripción de las medidas de mitigación para las etapas de preparación del sitio y construcción</b>			
<b>IMPACTO</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>MEDIDA DE PREVENCIÓN, CONTROL O MITIGACIÓN</b>	<b>ESPECIFICACIONES</b>
2. Pérdida de vegetación (eliminación de árboles y estrato arbustivo alto)	Compensación	<p>2) En las zonas con elementos arbóreos sólo se eliminarán los árboles que interfieran con las obras y operación de los aerogeneradores.</p> <p>3) Se deberá llevar un conteo de los árboles que eventualmente sean derribados y se negociará con la Delegación de la SEMARNAT en el Estado de Oaxaca las condiciones y sitio para realizar el plantado de 5 árboles por cada uno derribado.</p> <p>4) Al término de las obras en las áreas de uso temporal se aplicarán medidas para favorecer la recuperación de la vegetación, como es la recolocación de suelo y esparcimiento de semillas de especies herbáceas y arbustivas.</p>	<p>El responsable ambiental de la obra llevará una bitácora donde se anotará la especie, número de individuos y lugar donde fueron derribados.</p> <p>En el plantado de los árboles se usarán especies nativas.</p> <p>El programa de reforestación se negociará con la Delegación de la SEMARNAT en un plazo no mayor de 3 meses después de concluida la obra.</p> <p>Estos trabajos se desarrollarán para las áreas en que la vegetación fue eliminada totalmente con fines constructivos, pero que no se requiere su limpieza para operación o mantenimiento.</p> <p>Esto se realizará inmediatamente después de concluida las obras en cada frente de trabajo.</p> <p>La colecta de semillas se realizará de las especies nativas que esté fructificando durante el desarrollo de la obra.</p>
3. Afectación por uso de fuego o productos químicos.	Preventiva	5) Prohibir el uso de fuego o productos químicos para el desmonte de la vegetación.	Se deberá informar a los trabajadores de la obra la prohibición de usar productos químicos o la realización de quemas



<b>Descripción de las medidas de mitigación para las etapas de preparación del sitio y construcción</b>			
<b>IMPACTO</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>MEDIDA DE PREVENCIÓN, CONTROL O MITIGACIÓN</b>	<b>ESPECIFICACIONES</b>
4. Procesos de erosión, principalmente en terrenos desnudos.	Preventivas y remediación	<p>Se realizarán las siguientes acciones para la protección de suelo:</p> <p>6) Las excavaciones y las actividades de nivelaciones del terreno, para el montaje de las estructuras de las torres, se restringirán a las áreas de maniobras</p> <p>7) Fuera de las zonas de montaje de estructuras, caminos de acceso y brecha de maniobras y patrullaje, se mantendrá una cubierta vegetal herbácea y arbustiva</p> <p>8) Se utilizarán los residuos vegetales para evitar la erosión de terrenos expuestos (con excepción de las áreas para circulación de vehículos).</p> <p>9) En zonas de excavación y despalme, el suelo vegetal se retirará y almacenará, para ser usado posteriormente en los procesos de recuperación de cubierta vegetal.</p> <p>10) Los residuos vegetales que no se usen para prevenir erosión, serán trozados y esparcidos dentro del derecho de vía, sin formar apilamientos para favorecer su incorporación al suelo.</p>	<p>Estas medidas deberán realizarse sobre todo en terrenos con suelos erosionables.</p> <p>Los residuos vegetales se depositarán en los terrenos expuestos en cuanto se concluyan las obras en el frente de trabajo.</p>
5. Contaminación del suelo por residuos domésticos y sanitarios generados por el personal.	Preventiva	<p>11) Los residuos sanitarios tendrán que ser captados en letrinas móviles.</p> <p>12) Los residuos sólidos domésticos se colocarán en contenedores con tapa, los cuales se ubicarán en forma visible y estratégica en los frentes de trabajo. Su disposición final se realizará donde indique la autoridad competente.</p>	<p>Las letrinas móviles serán suministradas en renta por una empresa capacitada para prestar este servicio, asegurándose que cuente con la autorización respectiva.</p> <p>Colocación diaria de residuos en los contenedores. Recolección y envío a sitio de disposición final reuso o reciclado periódicamente</p>



<b>Descripción de las medidas de mitigación para las etapas de preparación del sitio y construcción</b>			
<b>IMPACTO</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>MEDIDA DE PREVENCIÓN, CONTROL O MITIGACIÓN</b>	<b>ESPECIFICACIONES</b>
6. Emisiones de gases contaminantes a la atmósfera y dispersión de partículas de polvo.	Preventiva y reducción	<p>13) El transporte de materiales de construcción en zonas habitadas se realizará en camiones cubiertos con lonas.</p> <p>14) Cumplir con las verificaciones vehiculares pertinentes de los vehículos automotores de diesel y gasolina; en su defecto, el mantenimiento del parque vehicular deberá estar al día.</p>	<p>Aplicar lo dispuesto en las: NOM-041-SEMARNAT-1999, NOM-045-SEMARNAT-1996, NOM-050-SEMARNAT-1993</p>
7. Trastornos a la circulación vehicular	Preventiva y reducción	<p>15) Cumplir con las especificaciones de la SCT sobre la circulación de vehículos con carga sobresaliente y obtener la autorización especial de la SCT para la transportación de las estructuras de los aerogeneradores.</p>	<p>Aplicar lo dispuesto en:</p> <p>Reglamento de Tránsito en Carreteras Federales</p> <p>Reglamento sobre el peso, dimensiones y capacidad de los vehículos de autotransporte que transitan en los caminos y puentes de Jurisdicción Federal</p> <p>Reglamento de autotransporte Federal y Servicios Auxiliares</p>
8. Contaminación del suelo por residuos peligrosos y no peligrosos, generados por vehículos y maquinaria, así como desechos de construcción	Reducción	<p>16) Se promoverá el reuso o reciclado de materiales potencialmente aprovechables, o en su defecto serán dispuestos donde lo indique la autoridad competente.</p> <p>17) Los materiales sobrantes de excavaciones, nivelaciones y despalmes serán dispuestos donde la autoridad competente lo indique.</p> <p>18) Las grasas, aceites, solventes y cualquier residuo peligroso será manejada conforme a lo estipulado en el Reglamento de Residuos Peligrosos y demás normativa aplicable.</p>	<p>Aplicar lo dispuesto en las: NOM-052-SEMARNAT-1993, NOM-054-SEMARNAT-1993</p>



<b>Descripción de las medidas de mitigación para las etapas de preparación del sitio y construcción</b>			
<b>IMPACTO</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>MEDIDA DE PREVENCIÓN, CONTROL O MITIGACIÓN</b>	<b>ESPECIFICACIONES</b>
<p>9. Afectación a la fauna por atropellamiento y actividades durante el desmonte.</p> <p>10. Pérdida de sitios de anidación y percheo.</p>	<p>Preventiva</p> <p>y</p> <p>Compensación</p>	<p>19) En las áreas con mejor cubierta vegetal, de ser posible programar desmonte en fechas fuera de las épocas de reproducción.</p> <p>20) Limitar el paso de vehículos a los caminos existentes y la velocidad de los vehículos debe ser menor a los 30 km por hora.</p> <p>21) En las zonas de acahual, el desmonte para los caminos de acceso se realizará en etapas y en un solo frente, dejando una noche de inactividad y de preferencia moviéndose de las zonas de menor hacia las de mayor densidad de vegetación, además de permitir el desplazamiento de la fauna. En las áreas cubiertas por acahual que serán ocupadas por los aerogeneradores y en los sitios próximos a áreas de bosque el desmonte se realizará manualmente.</p>	<p>El período reproductivo de las aves residentes en la zona se lleva a cabo de febrero a junio, por lo que se recomienda que la apertura de caminos, brechas y corredores en las áreas de acahual se realice posteriormente. Por otro lado, las aves migratorias abandonan los sitios que ocupan durante el invierno alrededor de la segunda quincena de mayo y retornan nuevamente a sus áreas de reproducción en Estados Unidos y Canadá a principios de agosto.</p> <p>En caso de que se encuentren madrigueras, verificar si están habitadas, de estarlo se recomienda ahuyentar a los individuos. Esta medida aplica principalmente en los sitios donde se instalarán las torres.</p>
<p>11. Afectación a zonas de uso agropecuario.</p>	<p>Compensación</p>	<p>22) Hacer el pago de las indemnizaciones correspondientes de manera oportuna.</p> <p>23) Restringir las actividades de construcción y ensamblaje al área de maniobras, evitando afectaciones adicionales a los cultivos y terrenos circundantes a las torres</p>	<p>CFE deberá llevar a cabo un proceso de negociación con cada propietario y coordinadamente con las autoridades ejidales, demarcando en el terrenos las áreas que serán afectadas en las distintas etapas del proyecto</p>



<b>Descripción de las medidas de mitigación para las etapas de preparación del sitio y construcción</b>			
<b>IMPACTO</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>MEDIDA DE PREVENCIÓN, CONTROL O MITIGACIÓN</b>	<b>ESPECIFICACIONES</b>
12. Cacería o colecta de individuos por parte del personal	Preventiva	<p>24) Queda prohibido coleccionar, cazar, capturar, dañar, consumir y comercializar especies de vegetación y fauna silvestre.</p> <p>25) Dar capacitación y promover la conciencia ambiental del personal que participe en la obra, para implementar la correcta aplicación de medidas y una actitud personal de mayor respeto al entorno.</p>	<p>Con énfasis para especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.</p> <p>El responsable ambiental deberá impartir pláticas al personal.</p>

<b>Descripción de las medidas de mitigación para la etapa de operación</b>			
<b>IMPACTO</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>MEDIDA DE PREVENCIÓN, CONTROL O MITIGACIÓN</b>	<b>ESPECIFICACIONES</b>
1.- El control de vegetación puede causar erosión en el derecho de vía de los caminos de acceso a los aerogeneradores.	Preventiva	Se mantendrá una cubierta vegetal, cuando menos un estrato herbáceo, en el derecho de vía de los caminos de acceso a los aerogeneradores.	Durante toda la vida útil del proyecto
2.- Colisión de aves residentes con las estructuras de los aerogeneradores	Reducción	<p>Tratar que los aerogeneradores tengan una estructura tubular, de forma que pueda disuadir a las aves de aterrizar o perchar sobre ellas Para minimizar posibles problemas se pueden utilizar disuasores.</p> <p>Monitorear por lo menos un año, registrando la presencia de aves muertas y recogiendo la carroña para evitar la presencia de aves carroñeras</p>	
3.- Colisión de aves migratorias con las estructuras de los aerogeneradores		Se describen en el apartado VI.4	



## XII. Programa calendarizado de ejecución de obras

A continuación, se presenta el programa general de trabajo para el P.E. La Venta II.

Programa general de trabajo en las diferentes etapas del proyecto																								
Concepto	Meses																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Trámite, Permisos y Licencias	■	■	■	■																				
Especificaciones	■	■																						
Licitación		■	■	■	■	■	■	■																
Construcción									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Puesta en Servicio																							■	■

### VII.3 Conclusiones

Desde el punto de vista económico, de acuerdo con el estudio del mercado eléctrico, se ha estimado que el sistema eléctrico nacional tendrá un crecimiento promedio anual de 5,8 % durante el periodo 1998-2007, por lo que el proyecto La Venta II, contribuirá a satisfacer parte de la creciente demanda de energía tanto regional, como nacional.

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se beneficiará la población cercana al proyecto por la derrama económica que se tendrá debido a la utilización de mano de obra, consumo de alimentos, hospedaje, combustible y materiales para la construcción. Por otro lado, los ejidatarios cuyos terrenos sean ocupados para instalar la infraestructura del proyecto se verán favorecidos con el pago de derechos de exclusividad para la operación del proyecto, lo que les significará ingresos de larga duración.





Desde el punto de vista ambiental, se encontró que el sitio donde se pretende ubicar el P.E. La Venta II, no representa un lugar de alto valor escénico, ya que la vegetación predominante en el predio es de acahual de bosque tropical caducifolio y áreas agropecuarias; se considera que la zona esta muy perturbada.

Sin embargo, es importante mencionar que el sitio propuesto para la construcción y operación del P.E. La Venta II, se sitúa en la convergencia de las rutas migratorias de aves provenientes del Golfo de México y del Pacífico; y que el número elevado de individuos registrado en este y otros trabajos, indican que esta es la zona migratoria de aves más importante a escala mundial. Particularmente, en la zona de estudio se registró durante un día un número estimado de 690 000 individuos, principalmente de tres especies migratorias.

En el presente estudio, los impactos relevantes que se detectaron fueron:

- la afectación al paisaje,
- la pérdida de superficie de acahual de bosque tropical caducifolio y área agropecuaria, lo que a su vez ocasiona una reducción de hábitat para la fauna
- las colisiones de murciélagos y aves con los aerogeneradores

Dentro de los posibles impactos del proyecto se considera a la colisión de aves con los aerogeneradores como el más relevante. Son 13 las especies residentes que potencialmente están en riesgo de colisión, de las cuales el aguililla negra mayor (*Buteogallus urubitinga*), aguililla cola blanca (*Buteo albicaudatus*) y aguililla aura (*Buteo albonotatus*), el gavián pico ganchudo (*Chondrohierax uncinatus*), el milano coliblanco (*Ictinea plumbea*) y el milanocaracolero (*Rostrhamus sociabilis*), están catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT 2001



En el caso de las especies migratorias, son 16 las que corren riesgo de colisión, de las cuales nueve están catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001: el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), los gavilanes migratorio menor (*Accipiter striatus*) y mayor (*Accipiter cooperi*), el milano plumizo (*Ictinea plumbea*), las grandes planeadoras como el aguililla migratoria mayor (*Buteo swansoni*), el aguililla de alas anchas (*Buteo platypterus*), la cigüeña americana (*Mycteria americana*), el milano migratorio (*Ictinea mississippiensis*) y la tijereta (*Elanoides forficatus*). Sobre la afectación a especies migratorias, la experiencia internacional indica que construir centrales eólicas en rutas migratorias es altamente riesgoso. De hecho, una de las recomendaciones del Servicio de Caza y Pesca de los Estados Unidos sugiere no construir centrales eólicas en dichas rutas.

Con los resultados de este trabajo, no es posible determinar con precisión la probabilidad de colisión de aves migratorias con los aerogeneradores. Para ello, sería necesario recabar información durante un lapso mayor de tiempo, que permita conocer el comportamiento de las aves en la zona. Por el momento, sólo existe información de siete aerogeneradores (La Venta I) que tienen cerca de 10 años de operación y para los cuales no se han registrado colisiones, según las observaciones del personal de CFE. No obstante, dadas las características del P.E. La Venta II (número, altura y disposición de aerogeneradores), y las observaciones realizadas en campo (el número elevado de individuos y la altura y trayectoria de vuelo de las aves), se concluye que el número de colisiones podría ser elevado.

Si bien no es posible establecer en este momento las consecuencias demográficas del número de individuos que se pueden perder, se considera que el costo ambiental sería alto. Lo anterior, en función de la importancia ambiental y social que tienen los procesos migratorios, tanto a escala nacional como internacional.

La construcción y operación del P.E. La Venta II, tendrá una repercusión en los factores físicos, bióticos, y socioeconómicos de la región, como se ha evaluado a lo largo de este estudio. La mayor afectación prevista se presentará en el grupo de las aves, por el riesgo de colisión con los



aerogeneradores, las cuales pueden mitigarse parcialmente con las medidas de mitigación expuestas en el capítulo VI de este documento. Estas medidas fueron formuladas considerando las experiencias de otros sitios donde se han instalado este tipo de Centrales. Estas medidas consisten en restringir la altura de los aerogeneradores a no más de 150 m, que éstos sean de estructura tubular y pintarlos e iluminarlos con el fin de que sean visibles para las aves. Además se propuso la instalación de dispositivos anti-percha y disuasores, así como establecer paros en la época de migración con base en un programa de seguimiento de aves. No obstante, se reconoce que dada la magnitud del flujo migratorio y del probable comportamiento inestable de las aves por las condiciones de viento, no se evite totalmente la colisión con los aerogeneradores.

En conclusión, las centrales eólicas son proyectos que no producen emisiones a la atmósfera, no requieren del suministro de agua, combustibles, ni otros insumos y muchas veces no modifican la vocación del suelo, características que los sitúan favorablemente con respecto a otras formas de generación de energía eléctrica. En el otro lado de la balanza, se sabe que estos proyectos tienen un efecto sobre la calidad del paisaje, incrementan los niveles de ruido y ponen en riesgo tanto a poblaciones de murciélagos como de aves, dadas las frecuencias de choque de estos animales con los aerogeneradores. Este riesgo de colisión resulta mayor cuando las centrales eólicas se sitúan donde existen especies endémicas o rutas de migración. Lo anterior, como se presentó en el Capítulo V, ha llevado a que grupos sociales con intereses de conservación manifiesten su preocupación incluso legalmente, sobre la mortalidad de estos organismos.

La zona del Istmo resulta sumamente atractiva para la instalación de este tipo de centrales, por la disponibilidad del recurso eólico y la necesidad de generar energía eléctrica con fuentes alternas. Sin embargo, en esta zona coinciden especies endémicas de aves y la ruta migratoria más importante a escala mundial de este grupo faunístico. Al respecto, hay que reconocer que en caso de presentarse colisiones de aves o murciélagos con los aerogeneradores, es casi seguro que grupos sociales como los mencionados anteriormente manifiesten su preocupación por estos eventos.



Por otro lado, también hay que señalar que este riesgo de colisión que existe para el P.E. La Venta II, también se percibe para otros proyectos que se planea establecer en la zona del Istmo. Hasta donde se tiene conocimiento, dos de estos proyectos han sido ingresados para su evaluación ante la autoridad ambiental, y al menos uno de ellos ha sido dictaminado favorablemente, estableciendo como una de las condicionantes, obtener mayor información sobre las afectaciones a las aves de la región ([www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)). De lo anterior no sólo se concluye que existe una preocupación por el tema de las aves, sino que además se acepta correr el riesgo que implica construir centrales eólicas en esta zona. Dada la incertidumbre que existe sobre las colisiones, es comprensible tomar esta decisión siempre y cuando se tenga presente que existe el riesgo y que por ello se instrumentarán las mejores medidas de mitigación. El P.E. La Venta II, cumple con esta última condición y prueba de ello es continuar con el seguimiento de las aves a través de un programa específico antes de la construcción, cuando esta se lleve a cabo, y durante la operación del proyecto. En particular, en la primera etapa de este programa (previo a la construcción de la Central) se detectarán zonas con mayor riesgo de colisión, lo que a su vez permitirá proponer la distribución de aerogeneradores menos riesgosa. En la segunda etapa de seguimiento, se espera obtener la información que indique cuales son los aerogeneradores donde existen más colisiones. Esta información permitirá establecer paros temporales de los aerogeneradores más riesgosos. Cabe señalar que el paro de aerogeneradores es una medida que comparada con otras acciones, ha reducido en mayor grado las colisiones en otros parques eólicos. Se espera que estas medidas, conjuntamente con el resto de las que se presentaron en el documento, sean suficientes para mitigar las colisiones que pudieran llegar a presentarse.



LOS ABAJO FIRMANTES BAJO PROTESTA DE DECIR LA VERDAD, MANIFIESTAN QUE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO DENOMINADO “MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR DEL PROYECTO EÓLICO LA VENTA II, OAXACA”, BAJO SU LEAL SABER Y ENTENDER ES REAL Y FIDEDIGNA Y QUE SABEN DE LA RESPONSABILIDAD EN QUE INCURREN LOS QUE DECLARAN CON FALSEDAD ANTE AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DISTINTA DE LA JUDICIAL, TAL Y COMO LO ESTABLECE EL ARTÍCULO 247 DEL CÓDIGO PENAL.

Protección datos personales LFTAIPG

**FIRMA:** \_\_\_\_\_



LOS ABAJO FIRMANTES BAJO PROTESTA DE DECIR LA VERDAD, MANIFIESTAN QUE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO DENOMINADO “MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR DEL PROYECTO EÓLICO LA VENTA II, OAXACA”, BAJO SU LEAL SABER Y ENTENDER ES REAL Y FIDEDIGNA Y QUE SABEN DE LA RESPONSABILIDAD EN QUE INCURREN LOS QUE DECLARAN CON FALSEDAD ANTE AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DISTINTA DE LA JUDICIAL, TAL Y COMO LO ESTABLECE EL ARTÍCULO 247 DEL CÓDIGO PENAL.

**CONSULTOR:** INSTITUTO DE ECOLOGÍA, A. C.

### **RESPONSABLE DE LA COORDINACIÓN DEL ESTUDIO**

Protección datos personales LFTAIPG

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG

P



INSTITUTO DE  
ECOLOGIA, A.C.



Protección datos personales LFTAIPG

**FIRMA:** \_\_\_\_\_

Protección datos personales LFTAIPG

**FECHA DE CONCLUSIÓN DEL ESTUDIO** \_\_\_\_\_



## Capítulo I

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

Pág.

#### I.1 Datos generales del Proyecto

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

#### I.2 Datos generales del Promovente

I.2.1 Nombre o razón social .....	2
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes.....	2
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal.....	2
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal.....	2

#### I.3 Datos generales del responsable del estudio de impacto ambiental

I.3.1 Nombre o razón social .....	3
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes.....	3
I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio.....	3
I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio .....	3





## Capítulo II

### DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

	Pág.
II.1. Información general del proyecto .....	1
II.1.1. Naturaleza del proyecto .....	1
II.1.2. Selección del sitio .....	4
II.1.3. Ubicación física del proyecto y planos de localización .....	13
II.1.4. Inversión requerida .....	14
II.1.5. Dimensiones del proyecto.....	15
II.1.6. Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto .....	16
II.1.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos .....	17
II.2. Características particulares del proyecto .....	18
II.2.1. Programa general de trabajo .....	18
II.2.2. Preparación del sitio .....	18
II.2.3. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.....	27
II.2.4. Etapa de construcción .....	31
II.2.5. Etapa de operación y mantenimiento.....	33
II.2.6. Descripción de obras asociadas al proyecto .....	36
II.2.7. Etapa de abandono del sitio .....	36
II.2.8. Utilización de explosivos.....	37
II.2.9. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera .....	38
II.9.1. Generación.....	38
II.9.2. Manejo.....	41
II.10. Infraestructura para el manejo y disposición de los residuos .....	49

### Cuadros, figuras, mapas y anexos

#### Cuadros

Cuadro II-1. Sitios potenciales para ubicar el P.E. La Venta II.....	5
Cuadro II-2. Criterios de calificación de sitios potenciales.....	6
Cuadro II-3. Resultados de la comparación de sitios potenciales .....	6
Cuadro II-4. Ubicación geográfica de los sitios potenciales .....	7
Cuadro II-5. Factores de evaluación, criterios de jerarquización, calificación e importancia relativa para los sitios potenciales .....	8
Cuadro II-6. Calificaciones técnicas ponderadas de los sitios potenciales.....	10
Cuadro II-7. Aspectos y criterios de evaluación ambiental.....	11
Cuadro II-8. Matriz de evaluación de impactos ambientales .....	12
Cuadro II-9 Costos de inversión y operación estimados para el P.E. La Venta II (Sitio La Venta - Santo Domingo).....	14



## ÍNDICE

---

Cuadro II-10. Dimensiones del proyecto.....	16
Cuadro II-11. Programa general de trabajo en las diferentes etapas del proyecto.....	18
Cuadro II-12. Programa de trabajo para la preparación del sitio y construcción del P.E. La Venta II .....	21
Cuadro II-13. Ubicación de los bancos de material.....	30
Cuadro II-14. Actividades de mantenimiento y su periodicidad.....	34
Cuadro II-15. Programa de actividades para el abandono de la Central (años 2024-2025) .....	37
Cuadro II-16. Residuos sólidos peligrosos: etapa de preparación del sitio y construcción .....	38
Cuadro II-17. Residuos sólidos peligrosos: etapa de operación.....	40
Cuadro II-18. Generación de residuos sólidos no peligrosos: preparación del sitio y construcción .....	40
Cuadro II-19. Generación de residuos sólidos durante la operación del proyecto .....	41
Cuadro II-20. <b>Equipo</b> y maquinaria utilizados durante cada una de las etapas del proyecto.....	46
Cuadro II-21. Emisiones a la atmósfera por fuentes móviles durante la operación del P.E. La Venta II .....	47

### **Figuras**

Figura II-1. Ubicación de los sondeos para el estudio de mecánica de suelos .....	22
---	----

### **Mapas**

Mapa II-1. Ubicación y vías de acceso del P.E. La Venta II..... (Anexo cartográfico)	
--	--

### **Anexos**

Anexo II.1. Proceso constructivo .....	Sección de anexos
Anexo II.2. Contenido de los manuales de seguridad e higiene.....	Sección de anexos



### Capítulo III

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

	Pág.
III.1. Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo.....	1
III.2. Instrumentos normativos .....	15

## Capítulo IV

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

	Pág.
IV.1. Delimitación del área de estudio.....	1
IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental .....	7
IV.2.1. Aspectos abióticos.....	8
IV.2.1.1. Clima .....	8
IV.2.1.2. Geología y geomorfología.....	30
IV.2.1.3. Suelos .....	44
IV.2.1.4. Hidrología superficial y subterránea .....	52
IV.2.2. Aspectos bióticos .....	60
IV.2.2.1. Vegetación terrestre .....	60
IV.2.2.2. Fauna .....	80
IV.2.3. Paisaje .....	109
IV.2.4. Medio socioeconómico .....	122
IV.2.4.1. Contexto regional .....	123
IV.2.4.2. Aspectos sociales .....	129
IV.2.5. Diagnóstico ambiental.....	142
IV.2.5.1. Descripción del sistema ambiental.....	142
IV.2.5.2. Análisis de criticalidad.....	145
IV.2.5.3. Potencial de afectación.....	151

### Cuadros, figuras, mapas y anexos

#### Delimitación del área de estudio

##### Cuadros

Cuadro IV.1-1 Superficie requerida para la construcción del P.E. La Venta II .....	3
--	---

##### Figuras

Figura IV.1-1. Ubicación del Proyecto Eólico La Venta II.....	2
Figura IV.1-2. Dimensiones Generales del Proyecto Eólico La Venta II .....	3
Figura IV.1-3. Delimitación del área de estudio para el Proyecto Eólico La Venta II.....	7



## Caracterización y análisis del sistema ambiental

### Clima

#### Cuadros

Cuadro IV.2.1.1-1 Ubicación de las estaciones climatológicas.....	8
Cuadro IV.2.1.1-2 Irradiación solar global horaria en Oaxaca.....	10
Cuadro IV.2.1.1-3 Frecuencias de la dirección y velocidad del viento en La Venta, 1999.. ..	21
Cuadro IV.2.1.1-4 Trayectoria del Huracán Rick, 7-10 noviembre 1997. ....	25
Cuadro IV.2.1.1-5 Trayectoria de la Tormenta Tropical Rosa, 3-8 noviembre 2000. ....	26

#### Figuras

Figura IV.2.1.1-1. Proyección sobre el plano del horizonte de las trayectorias solares .....	9
Figura IV.2.1.1-2. Irradiación solar global horaria derivada del satélite GOES .....	10
Figura IV.2.1.1-3. Climograma. Chicapa, Oaxaca. 1941-1970.....	11
Figura IV.2.1.1-4. Marcha anual de temperatura. Unión Hidalgo, Oaxaca. 1941-1970 ...	12
Figura IV.2.1.1-5. Marcha anual de temperatura. Chicapa, Oaxaca. 1941-1970 .....	12
Figura IV.2.1.1-6. Precipitación media y máxima en 24 horas. Unión Hidalgo, Oax. 1941-1970.....	13
Figura IV.2.1.1-7. Precipitación media y máxima en 24 horas. Chicapa, Oaxaca. 1941-1970 .....	14
Figura IV.2.1.1-8. Condiciones del Cielo Diurno. Chicapa, Oaxaca. 1941-1970 .....	15
Figura IV.2.1.1-9. Balance hídrico simple. Unión Hidalgo, Oaxaca 1941-1970 .....	16
Figura IV.2.1.1-10. Densidad de potencia eólica anual de Oaxaca, a 50 m. ....	18
Figura IV.2.1.1-11. Velocidad del viento anual de Oaxaca, a 50 m.....	19
Figura IV.2.1.1-12. Rosa de vientos anual, Estación La Venta 1999.....	20
Figura IV.2.1.1-13. Rosa de vientos de verano diurna (1000-1800 locales), La Venta 1999 .....	22
Figura IV.2.1.1-14. Rosa de vientos de verano nocturna (2200-0600 locales), La venta 1999 .....	22
Figura IV.2.1.1-15. Trayectorias de tormentas tropicales del 2001, Pacífico Este. ....	24
Figura IV.2.1.1-16. Trayectorias de tormentas tropicales del 2002, Pacífico Este. ....	24
Figura IV.2.1.1-17. Trayectoria del Huracán Rick, 7-10 noviembre 1997.. ..	25
Figura IV.2.1.1-18. Trayectoria de la Tormenta Tropical Rosa, 3-8 noviembre 2000.....	26
Figura IV.2.1.1-19. Isolíneas de probabilidad de presentación de uno o más ciclones en un año.....	27
Figura IV.2.1.1-20. Probabilidades de presentación por cuadrante de uno o más ciclones en un año.....	28

#### Mapas

Mapa IV-1. Tipos de clima de la región.....	(A. Cartográfico)
---	-------------------



## Geología y Geomorfología

### Figuras

Figura IV. 2.1.2-1. Provincia Morfotectónica de la Sierra Madre de Chiapas (10), Subprovincia de la Planicie Costera del Pacífico (10A) y Subprovincia de las Cordilleras de la Sierra Madre (10B) y regiones adyacentes. ....	31
Figura IV.2.1.2-2. Mapa geológico generalizado de la Provincia de la Sierra Madre de Chiapas (10) y regiones adyacentes.....	33
Figura IV.2.1.2-3. Plano geológico sintetizado de la región de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca. ....	35
Figura IV.2.1.2-4. Esquema Tectónico Regional del Golfo de Tehuantepec.....	38
Figura IV.2.1.2-5. Regionalización Sísmica de México.....	39
Figura IV.2.1.2-6. Consulta del Boletín Sismológico 1990-1999 mostrando todos los sismos (989).....	40
Figura IV.2.1.2-7. Consulta del Boletín Sismológico 1990-1999 mostrando los 26 sismos de magnitud igual o superior a 5 (Mc).....	41
Figura IV.2.1.2-8. Inestabilidad de laderas naturales de México.....	42
Figura IV.2.1.2-9. Vulcanismo activo, calderas y regiones monogenéticas de México....	43

### Mapas

Mapa IV-2. Geomorfología y geología en el área de influencia .....(A. cartográfico)
---

## Suelo

### Figuras

Figura IV.2.1.3-1. Perfil de suelo correspondiente a un regosol eútrico, ubicado dentro del polígono proyectado para la P.E. La Venta II, Oaxaca .....	45
Figura IV.2.1.3-2. Corte en el terreno, correspondiente a un leptosol, al Noroeste del predio del P.E. La Venta II, Oaxaca . ....	46
Figura IV.2.1.3-3. Corte en el terreno, correspondiente a un leptosol al Noreste del predio del P.E. La Venta II, Oaxaca .....	47
Figura IV.2.1.3-4. Perfil de suelo correspondiente a un cambisol eútrico, ubicado al Noreste del P.E. la Venta II, Oaxaca .....	48
Figura IV.2.1.3-5. Corte en el terreno, correspondiente a un cambisol eútrico, ubicado al Noreste del predio de la P.E. la Venta II, Oaxaca.....	49
Figura IV.2.1.3-6. Base de uno de los aerogeneradores actualmente instalados del P.E. La Venta I Oaxaca.....	50
Figura IV.2.1.3-7. Uno de los caminos cercanos a los aerogeneradores actualmente instalados del P.E. La Venta I Oaxaca.....	51

### Mapas

Mapa IV-3. Tipos de suelo en el área de influencia .....(A. Cartográfico)
---



## Hidrología Superficial y Subterránea

### Cuadros

Cuadro IV.2.1.4-1 Balance y disponibilidad de aguas superficiales de la Subregión Complejo Lagunar, de la Región Hidrológica No. 22. ....53

### Figuras

Figura IV.2.1.4-1. Río Espíritu Santo, al Oeste de Santo Domingo Ingenio, Oaxaca.....55  
Figura IV.2.1.4-2. Otra vista del Río Espíritu Santo, al Este del predio del P.E. La Venta II, Oaxaca.....56  
Figura IV.2.1.4-3. Parte de uno de los escurrimientos superficiales aledaños al P.E. La Venta II .....57  
Figura IV.2.1.4-4. Sección hidrogeológica esquemática de la Provincia Sierras y Valles del Sureste.....58  
Figura IV.2.1.4-5. Una de las pozas formadas por la extracción en los bancos de materiales.....59

## Vegetación Terrestre

### Cuadros

Cuadro IV.2.2.1-1. Sitios seleccionados para el muestreo de vegetación en el área de estudio.....62  
Cuadro IV.2.2.1-2. Parámetros estructurales del bosque de galería, ubicado a 1,3 km al S.E. de la Central Eólica La Venta I. ....66  
Cuadro IV.2.2.1-3. Parámetros estructurales del B. tropical caducifolio, ubicado a 4 km al E del poblado El Zapote.....68  
Cuadro IV.2.2.1-4. Parámetros estructurales del Bosque tropical caducifolio, ubicado a 4,5 km al N de la Central Eólica La Venta I.....70  
Cuadro IV.2.2.1-5. Parámetros estructurales del acahual de Bosque tropical caducifolio, ubicado a 1,8 km al SE de la Central Eólica La Venta I.....71  
Cuadro IV.2.2.1-6. Parámetros estructurales del acahual de Bosque tropical caducifolio, ubicado a 1.6 km al O de Santo Domingo. ....74  
Cuadro IV.2.2.1-7. Parámetros estructurales del área agropecuaria, ubicada a 800 m al NO de la Central Eólica La Venta I.....75

### Figuras

Figura IV.2.2.1-1. Número de especies de plantas vasculares por categoría, registradas para la zona de estudio.....77  
Figura IV.2.2.1-2. Porcentaje de especies de plantas vasculares, en cada una de las distintas categorías.....78



ÍNDICE

---

**Mapas**

Mapa IV-4. Vegetación y uso de suelo ..... (A. Cartográfico)

**Anexos**

Anexo IV.2.2.1-1. Lista florística..... Sección de anexos  
Anexo IV.2.2.1-2. Lista de usos de la vegetación ..... Sección de anexos

**Fauna**

**Cuadros**

Cuadro IV.2.2.2-1. Número de especies de aves residentes y estacionales registradas en el predio y el área de estudio. ....84  
Cuadro IV.2.2.2-2. Especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, libro rojo de especies amenazadas UICN, y CITES 2003. ....86  
Cuadro IV.2.2.2-3. Número de especies de mamíferos, por orden, familia, registradas y de distribución potencial en el área de estudio del P.E. La Venta II.....94  
Cuadro IV.2.2.2-4. Lista de especies observadas en el área de estudio del P.E. La Venta II .. .....97  
Cuadro IV.2.2.2-5. Distribución de los órdenes de mamíferos en los tipos de hábitat del área de estudio: entre paréntesis el número de especies potenciales. ....98  
Cuadro IV.2.2.2-6. Número de especies de anfibios y reptiles, por orden, familia y tipo de registro, en el área de estudio del P.E. La Venta II.....102  
Cuadro IV.2.2.2-7. Lista de especies observadas en el área de estudio del P.E. La Venta II .. .....104  
Cuadro IV.2.2.2-8. Distribución de los órdenes de anfibios y reptiles en los tipos de hábitat del área de estudio.....105

**Figuras**

Figura IV.2.2.2-1. Número de especies por tipo de hábitat con estatus de conservación en el área de estudio propuesta para el P.E. La Venta II. ....85  
Figura IV.2.2.2-2. Número de especies por tipo de hábitat en el área de estudio del P.E. La Venta II .....87  
Figura IV.2.2.2-3. Número de individuos por tipo de hábitat en el área de estudio del P.E. La Venta II.....88  
Figura IV.2.2.2-4. Composición relativa de las especies de mamíferos registrados para el área de estudio del P.E. La Venta II.....95  
Figura IV.2.2.2-5. Número de especies de mamíferos capturados y observados en el predio y área de estudios del P.E. La Venta II.....96  
Figura IV.2.2.2-6. Composición relativa de las especies de anfibios potenciales por familia para el área de estudio del P.E. La Venta II.....103  
Figura IV.2.2.2-7. Composición relativa de las especies de reptiles por familia en el área de estudio del P.E. La Venta II .....104





### **Anexos**

Anexo IV.2.2.2-1. Especies de aves de ocurrencia potencial.....	Sección de anexos
Anexo IV.2.2.2-2. Especies de aves por tipo de hábitat.....	Sección de anexos
Anexo IV.2.2.2-3. Lista de mamíferos potenciales y observados.....	Sección de anexos
Anexo IV.2.2.2-4. Anfibios y reptiles potenciales y observados.....	Sección de anexos

### **Paisaje**

#### **Cuadros**

Cuadro IV.2.3-1. Naturalidad para el total del área considerada en el análisis.....	112
Cuadro IV.2.3-2. Diversidad en el uso del suelo por unidad de paisaje.....	113
Cuadro IV.2.3-3. Calidad visual extrínseca, superficie de ocupación y porcentaje de importancia para cada cuenca visual, unidad de paisaje y superficie de ocupación, por tipo de uso para cada cuenca visual.....	115
Cuadro IV.2.3-4. Fragilidad visual intrínseca para cada unidad de paisaje.....	118
Cuadro IV.2.3-5. Coordenadas geográficas de las cuencas visuales utilizadas para analizar la fragilidad extrínseca.....	118
Cuadro IV.2.3-6. Fragilidad visual extrínseca para las tres cuencas seleccionadas.....	119

#### **Figuras**

Figura IV.2.3-1. Ubicación de las cuencas visuales desde el sitio del Proyecto.....	114
Figura IV.2.3-2. Ubicación de las cuencas visuales y puntos de observación.....	119

### **Medio socioeconómico**

#### **Cuadros**

Cuadro IV.2.4.1-1. Número de localidades y habitantes por municipio, incluidos en las áreas de estudio e influencia del P.E. La Venta II.....	124
Cuadro IV.2.4.1-2. Población y tasas de crecimiento de las ciudades incluidas en el Sistema Urbano Nacional, relevantes en el contexto regional del P.E. La Venta II.....	126
Cuadro IV.2.4.1-3. Población total estimada para el periodo 2000-2010, en los municipios con asentamientos humanos en el área de estudio del P.E. La Venta II.....	126
Cuadro IV.2.4.1-4. Población total, indicadores socioeconómicos, índice y grado de marginación y lugar que ocupa en el contexto nacional el estado de Oaxaca.....	128
Cuadro IV.2.4.1-5. Población total, indicadores socioeconómicos, índice y grado de marginación y lugar que ocupan en el contexto estatal y nacional los municipios considerados en este estudio.....	128



ÍNDICE

Cuadro IV.2.4.1-6. Localidades y número de personas presentes en el área de influencia y resto del área de estudio del P.E. La Venta II.....	129
Cuadro IV.2.4.1-7. Densidad demográfica de los municipios considerados en el área de estudio del P.E. La Venta II.....	130
Cuadro IV.2.4.1-8. Población económicamente activa y su distribución por sectores de actividad, en los asentamientos humanos en el área de estudio.....	132
Cuadro IV.2.4.1-9. Condición, por rangos de remuneración, de la población ocupada en las localidades del área de estudio del P.E. La Venta II .....	133
Cuadro IV.2.4.1-10. Servicios con los que cuentan las viviendas habitadas en las localidades ubicadas en el área de estudio del proyecto .....	135
Cuadro IV.2.4.1-11. Número de personas y porcentaje de la población que cuenta con servicios de salud en el área de estudio .....	136
Cuadro IV.2.4.1-12. Indicadores de alfabetismo de los pobladores que habitan las comunidades ubicadas en el área de estudio del proyecto.....	138

**Figuras**

Figura IV.2.4.1-1. Proyecciones del crecimiento poblacional para los municipios presentes en el área de estudio, y otros regionalmente relevantes.....	127
Figura IV.2.4.1-2. Tasas de crecimiento poblacional anual, estimadas para los municipios de Santo Domingo Ingenio y Juchitán de Zaragoza. ....	127
Figura IV.2.4.1-3. Porcentaje de la población ocupada en Santo Domingo Ingenio y La Venta, según rangos de remuneración. ....	134

**Diagnóstico ambiental**

**Cuadros**

Cuadro IV.2.5-1. Cobertura relativa total de cada estrato e importancia de cuerpos de agua en las unidades ambientales .....	147
Cuadro IV.2.5-2. Coeficientes de importancia estructural del hábitat para cada clase ...	147
Cuadro IV.2.5-3. Resumen de índices calculados, valores normalizados y valor de criticidad (VC) para cada unidad ambiental .....	150
Cuadro IV.2.5-4. Matriz de interacciones y amenazas por componente ambiental .....	152
Cuadro IV.2.5-5. Índice de potencial de afectación (IPA) para las unidades ambientales.....	155
Cuadro IV.2.5-6. Matriz de interacciones amenazas-componente ambiental en cada unidad ambiental.....	155

**Figuras**

Figura IV.2.5-1. Valor de criticidad de las unidades ambientales.....	150
Figura IV.2.5-2. Fichas de calificación y descripción de componentes.....	153

## Capítulo V

### IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.....	1
V.1.1. Indicadores de impacto.....	2
V.1.2. Lista indicativa de indicadores de impacto.....	3
V.1.3. Criterios y metodologías de evaluación.....	5
V.1.4. Análisis de impactos relevantes.....	6

#### Cuadros, figuras, mapas y anexos

##### Cuadros

Cuadro V.1-1 Etapas, actividades y acciones del proyecto.....	2
Cuadro V.1-2 Lista indicativa de indicadores de impacto.....	3
Cuadro V.1-3 Matriz de interacciones acciones del proyecto-indicadores de impacto (impactos potenciales) .....	4
Cuadro V.1-4 Descripción general de impactos.....	5
Cuadro V.1-5 Extensión de afectación en cada unidad ambiental y porcentaje con respecto a la vegetación presente en el área de estudio .....	9
Cuadro V.1-6 Evaluación de la relevancia (R) de impactos en cada unidad ambiental ...	10
Cuadro V.1-7 Especies registradas con mayor riesgo de colisión en el predio donde se construirá el P.E. La Venta II .....	20
Cuadro V.1-8 Requerimientos para establecer centrales eólicas en Estados Unidos .....	22
Cuadro V.1-9 Comparación entre los proyectos eólicos de Altamont Pass y La Venta II.....	28

##### Figuras

Figura V.1. Simulación del impacto visual que causará el número y la altura de los aerogeneradores, desde tres campos visuales .....	8
Figura V.2. Sección transversal de los vientos horizontales en el Paso Chivela, del Golfo de México al de Tehuantepec.....	24
Figura V.3. Modelo conceptual de riesgo de colisión de aves migratorias (transitorias) con el P.E. La Venta II.....	27

##### Anexos

Anexo V.1. Climatología de vientos del Istmo de Tehuantepec.... Sección de anexos	
---	--



## Capítulo VI

### MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

VI.1. Clasificación de las medidas de mitigación .....	3
VI.2. Agrupación de los impactos de acuerdo con las medidas de mitigación propuestas .....	9
VI.3. Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación.....	10
VI.4. Medidas de mitigación propuestas para las aves migratorias.....	12
VI.5. Medidas de mitigación propuestas para las aves migratorias.....	12

#### Cuadros

Cuadro VI.1-1a Descripción de las medidas de mitigación para las etapas de preparación del sitio y construcción .....	3
Cuadro VI.1-1b Descripción de las medidas de mitigación para la etapa de operación.....	8

#### Figuras

Figura VI.1. Especificaciones para el señalamiento visual de los aerogeneradores .....	14
--	----



## Capítulo VII

### PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1. Pronóstico del escenario .....	1
VII.2. Programa de vigilancia .....	2
VII.3. Conclusiones.....	13

#### Cuadros

Cuadro VII.1. Tabla de cumplimiento y control ambiental.....	4
Cuadro VII.2. Seguimiento documental.....	5

#### Figuras

Figura VII.1. Esquematización del programa de vigilancia obligatorio .....	10
Figura VII.2. Cribado donde se obtendrán ligas y fichas de catalogación para alimentar parte de la base de datos .....	11
Figura VII.3. Elementos de la base de datos para almacenar y procesar el catálogo de entidades y componentes ambientales .....	12



## Capítulo VIII

### IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII.1. Planos de localización .....	1
VIII.2. Fotografías .....	1
VIII.3. Videos.....	1
VIII.4. Listas de flora y fauna .....	1
VIII.5. Otros anexos .....	2
VIII.6. Glosario de términos.....	4



---

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

### **I.1 PROYECTO**

#### **I.1.1 Nombre del proyecto**

Proyecto Eólico La Venta II, Oaxaca.

#### **I.1.2 Ubicación del proyecto**

El predio donde se construirá el P.E. La Venta II, se localiza en los municipios de Juchitán de Zaragoza y Santo Domingo Ingenio, en el estado de Oaxaca. La ubicación del predio, se muestra en el Mapa II.1 del Capítulo II, de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

#### **I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto**

Veinte (20) años

#### **I.1.4. Presentación de la documentación legal**

La documentación legal que sea solicitada, será presentada por el promovente.



## **I.2 Promovente**

### **I.2.1 Nombre o razón social**

Comisión Federal de Electricidad

### **I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes**

Protección datos  
LFTAIPG

### **I.2.3. Nombre y cargo del representante legal**

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG

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

Protección datos personales LFTAIPG





---

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

#### **I.3.1 Nombre o razón social**

Instituto de Ecología, A.C.

#### **I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes**

Protección datos  
----- LFTAIPG

#### **I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio**

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG

#### **I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio**

Instituto de Ecología, A.C.

Protección datos personales LFTAIPG



INSTITUTO DE  
ECOLOGIA, A.C.



CAPITULO I

4

LOS ABAJO FIRMANTES BAJO PROTESTA DE DECIR LA VERDAD, MANIFIESTAN QUE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO DENOMINADO “MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR DEL PROYECTO EÓLICO LA VENTA II, OAXACA”, BAJO SU LEAL SABER Y ENTENDER ES REAL Y FIDEDIGNA Y QUE SABEN DE LA RESPONSABILIDAD EN QUE INCURREN LOS QUE DECLARAN CON FALSEDAD ANTE AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DISTINTA DE LA JUDICIAL, TAL Y COMO LO ESTABLECE EL ARTÍCULO 247 DEL CÓDIGO PENAL.

**PROMOVENTE:**

COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG

**FIRMA:**

\_\_\_\_\_



LOS ABAJO FIRMANTES BAJO PROTESTA DE DECIR LA VERDAD, MANIFIESTAN QUE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO DENOMINADO “MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR DEL PROYECTO EÓLICO LA VENTA II, OAXACA”, BAJO SU LEAL SABER Y ENTENDER ES REAL Y FIDEDIGNA Y QUE SABEN DE LA RESPONSABILIDAD EN QUE INCURREN LOS QUE DECLARAN CON FALSEDAD ANTE AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DISTINTA DE LA JUDICIAL, TAL Y COMO LO ESTABLECE EL ARTÍCULO 247 DEL CÓDIGO PENAL.

**CONSULTOR:** INSTITUTO DE ECOLOGÍA, A. C.

### **RESPONSABLE DE LA COORDINACIÓN DEL ESTUDIO**

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG

### **PARTICIPANTES**

Protección datos personales LFTAIPG

**FIRMA:** \_\_\_\_\_

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG



INSTITUTO DE  
ECOLOGIA, A.C.

CAPITULO I



6

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG

**FECHA DE CONCLUSIÓN DEL ESTUDIO** \_\_\_\_\_



## **II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

### **II.1. Información general del proyecto**

#### **II.1.1. Naturaleza del proyecto**

Dentro del Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (POISE), se considera la ampliación en la capacidad de generación eléctrica en el área oriental del país, con la instalación de una Central Eólica de 100 MW en La Venta, Oaxaca, denominado Proyecto Eólico (P.E.) La Venta II, que incluirá la instalación de aerogeneradores cuya capacidad individual será igual ó mayor de 660 kW, por lo que el número de unidades requeridas para completar los 100 MW quedará determinado hasta el momento en que se emita el fallo de la licitación correspondiente. En todo caso el número máximo de aerogeneradores para este proyecto será de 152.

En este capítulo la descripción se realiza en el caso de que se adquieran unidades de 660 kW, ya que se considera que la información descriptiva presentada es típica, independientemente de la capacidad unitaria de los aerogeneradores.

Para su interconexión al sistema de transmisión y distribución de Comisión Federal de Electricidad (CFE), el Proyecto Eólico La Venta II, contará con una subestación principal de 120 MVA, que se enlazará a la subestación Juchitán II mediante una línea de transmisión de 230 kV, de 20 km de longitud aproximadamente. Tanto la línea como la subestación, se consideran obras asociadas al proyecto.

El P.E. La Venta II, representa una opción adecuada en la generación de energía eléctrica ya que no emitirá gases que provoquen el efecto invernadero, como ocurre mediante los esquemas convencionales que utilizan combustibles fósiles, como el combustóleo, gas natural, carbón, etc. Por otra parte, debido a que las centrales eólicas ocupan un porcentaje mínimo del área en la que se distribuyen los aerogeneradores, no se modifica la vocación original del suelo, permitiendo



continuar con las actividades agropecuarias, como es el caso de los predios donde se ubicará el P.E. La Venta II. La experiencia obtenida con la operación de la Central La Venta I es una evidencia de ello.

Los proyectos eólicos, por su compatibilidad con el ambiente, siguen presentando ventajas con respecto a otros proyectos de generación que utilizan combustibles fósiles.

### **Justificación y objetivos**

Se estima que la porción oriente del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, tendrá un crecimiento de la demanda de energía promedio anual de 4,0 % durante el periodo 2003 - 2012, por lo que en el Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico de la CFE (POISE) se contempla la instalación del Proyecto Eólico La Venta II, de capacidad nominal 100 MW. El proyecto ayudará a satisfacer la demanda de energía eléctrica en la región, entregando la energía producida a través de la red de transmisión asociada al proyecto.

De acuerdo con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el proyecto corresponde a un área de actividad de carácter estratégico (Artículo 28, párrafo cuarto) la cual está a cargo de manera exclusiva, del sector público (Artículo 25 y 26, párrafos cuarto y séptimo respectivamente).

La Ventosa en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, se considera como uno de los lugares en el mundo con mayor potencial eólico para la generación de electricidad, ya que la velocidad y la dirección del viento que se manifiesta ahí durante todo el año, permite el establecimiento de aerogeneradores a escala comercial con niveles altamente rentables, lo que ha sido validado con los resultados de nueve años de operación continua de la Central Eólica La Venta I con una capacidad de 1,575 MW. En este sentido, la Comisión Federal de Electricidad a través de la Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos, tiene planeado llevar a cabo el P.E. La Venta II, que



consistirá en la construcción y operación de una Central Eólica de 100 MW en las proximidades del poblado La Venta, Municipio de Juchitán, Oaxaca.

## **Objetivos**

Contribuir con la generación de energía eléctrica en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, para mantener los márgenes de la reserva regional en niveles que cumplan con los estándares requeridos por el sistema, de acuerdo con lo determinado por los estudios de crecimiento de demanda en los que se basa el Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (POISE).

### *Generales*

- Continuar con el aprovechamiento de la energía del viento, para generar electricidad.
- Diversificar la base energética incorporando centrales eólicas.
- Ampliar los alcances de la coordinación termohidráulica, en la que las centrales hidroeléctricas juegan un papel estratégico y que el viento puede complementar.
- Beneficiar a los pobladores de la región creando fuentes de trabajo durante las etapas de construcción y operación del proyecto.
- Asegurar el suministro de energía eléctrica en la región.
- Mejorar la confiabilidad del suministro y operación del Sistema Eléctrico Nacional.

### *Específicos*

- Satisfacer la demanda de energía a menor costo de largo plazo, para el Sistema Eléctrico Nacional.
- Reforzar la infraestructura eléctrica en el área oriental del país.

### *Derivados*

- Fomentar a la industria de la construcción.
- Generar empleos en comunidades y ciudades cercanas al proyecto.



### **II.1.2. Selección del sitio**

Considerando el recurso eólico de la zona, la ubicación de la subestación Juchitán II, y la localización de la Central Eólica La Venta I que se encuentra actualmente en operación, se determinó que el P.E. La Venta II, será una continuidad del mismo.

Para la selección del sitio se consideraron los siguientes criterios:

- Estudio y evaluación del recurso eólico.
- Identificación de sitios potenciales.
- Determinación de sitios potenciales.
- Evaluación técnica, económica y ambiental de los sitios potenciales.
- Factibilidad de anuencia o permisos de los predios afectados.

#### ***Estudio del recurso eólico***

En esta etapa se consideró un área de estudio de 200 km<sup>2</sup>, siendo la carretera federal No. 190 Juchitán-Tuxtla Gutiérrez en su tramo de La Ventosa, el límite poniente del área, y Santo Domingo el límite oriente, al norte lo limita la Sierra Tolistoque y al sur Unión Hidalgo. En este caso no se consideran áreas de exclusión, dado que toda la zona se considera como factible para los fines de uso del recurso eólico, y sólo se está contemplando un mínimo de lo que puede ser un proyecto integral de mayor capacidad.





### *Identificación de sitios potenciales*

Como resultado del estudio del recurso eólico en la zona, se consideraron tres sitios (o polígonos de crecimiento) potenciales para ubicar el P.E La Venta II, estos sitios presentan viabilidad técnica, ya que están relativamente cercanos a la subestación Juchitan II antes mencionada, a fuentes de abastecimiento de combustible y de agua, además de que son viables de interconectarse al Sistema Eléctrico Nacional. Los sitios potenciales se presentan en el Cuadro II-1.

<b>Cuadro II-1. Sitios potenciales para ubicar el P.E. La Venta II</b>		
<b>SITIO</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>ESTADO</b>
La Venta	Juchitán	Oaxaca
Santo Domingo	Santo Domingo	Oaxaca
La Venta - Santo Domingo	Juchitan - Santo Domingo	Oaxaca

Estos tres sitios potenciales se tienen como reservas de crecimiento a futuro y no como áreas de exclusión.

En el Cuadro II-2, se establecen los criterios de calificación usados en la comparación de los sitios potenciales, los resultados de esta comparación se muestran en el Cuadro II-3 del cual se seleccionaron los tres sitios.



<b>Cuadro II-2. Criterios de calificación de sitios potenciales</b>			
<b>CRITERIO DE EXCLUSIÓN</b>	<b>CRITERIO DE CALIFICACIÓN</b>		
	<b>0 (MALO)</b>	<b>5 (REGULAR)</b>	<b>10 (ÓPTIMO)</b>
Zona volcánica	D < 10 km	D = 10 km – 15 km	D >15 km
Zona de inundación	D < 5 km	D = 5 km – 10 km	D >10 km
Centros urbanos	D < 1 km	D = 1 km - 2 km	D >2 km
Zonas históricas	D < 5 km	D = 5 km – 10 km	D >10 km
Zonas sísmicas	Alta sismicidad	Mediana sismicidad	Baja o nula sismicidad
Zonas Montañosas	D.E. < 5 km	D.E.= 5 km - 10 km	D.E. >10 km
Áreas Naturales Protegidas	D < 5 km	D = 5 km – 10 km	D >10 km

NOTAS: D: Distancia a la zona, D.E: Distancia a elevaciones montañosas

<b>Cuadro II-3. Resultados de la comparación de sitios potenciales</b>		
<b>SITIO</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>	
La Venta	60	Sitio potencial
Santo Domingo	60	Sitio potencial
La Venta – Santo Domingo	70	Sitio potencial



***Definición de sitios potenciales***

Cada uno de los sitios potenciales, fue caracterizado de manera detallada mediante la búsqueda de información relacionada con los aspectos físicos. Después de ésta caracterización se procedió a ordenar la información, y nuevamente mediante una evaluación ponderada se determinó la conveniencia de cada sitio, desde los puntos de vista técnico y económico. Adicionalmente se llevó a cabo la evaluación ambiental de los sitios considerados, dichos resultados se presentan y discuten en la siguiente sección.

El Cuadro II-4, indica la ubicación geográfica de los sitios considerados como potenciales para la ubicación del P.E. La Venta II.

<b>Cuadro II-4. Ubicación geográfica de los sitios potenciales</b>			
<b>SITIO</b>	<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>		<b>MUNICIPIO Y ESTADO</b>
	<b>LATITUD NORTE</b>	<b>LONGITUD OESTE</b>	
La Venta	16° 35' 00''	94° 50' 00''	Juchitán, Oax.
Santo Domingo	16° 35' 00''	94° 47' 00''	Santo Domingo Ing., Oax.
La Venta – Santo Domingo	16° 35' 24''	94° 49' 11''	Juchitán - Sto.Domingo Ing., Oax.

***Evaluación técnica de los sitios potenciales***

Para llevar a cabo la evaluación técnica cualitativa de los sitios potenciales, se consideraron los factores de evaluación indicados en el Cuadro II-5.



**Cuadro II-5. Factores de evaluación, criterios de jerarquización, calificación e importancia relativa para los sitios potenciales**

FACTORES DE EVALUACIÓN	DESCRIPCIÓN	CRITERIO DE JERARQUIZACIÓN	CALIFICACIÓN	IMPORTANCIA RELATIVA
1.- Abastecimiento de combustible	N.A.	0-5	10	N.A.
		6-10	5	
		>10	0	
2.- Abastecimiento de agua	N.A.	0-2	10	N.A.
		3-5	5	
		6-10	0	
3.- Área disponible	Disponibilidad de área requerida (ha)	>30	10	8
		15-30	5	
		<15	0	
4.- Geotecnia	Tipo de suelo para cimentación	Tipo I (firme)	10	6
		Tipo II (intermedio)	5	
		Tipo III (blando)	0	
5.- Topografía	Pendiente del terreno (%)	<2	10	6
		3-5	5	
		>5	0	
6.- Bancos de material	Distancia a bancos de agregados (km)	0-5	10	6
		6-10	5	
		>10	0	
7.- Población principal	Distancia a población principal (km)	>20	10	4
		10-19	5	
		<9	0	
8.- Población secundaria	Distancia a población secundaria (km)	>2	10	3
		1-2	5	
		<1	0	
9.- Carretera principal	Distancia a carretera principal (km)	<1	10	5
		1-5	5	
		>5	0	
10.- Camino de acceso	Acceso disponible	Pavimentado	10	3
		Terracería	5	
		Brecha o no existe	0	



**Cuadro II-5. Factores de evaluación, criterios de jerarquización, calificación e importancia relativa para los sitios potenciales (continuación)**

FACTORES DE EVALUACIÓN	DESCRIPCIÓN	CRITERIO DE JERARQUIZACIÓN	CALIFICACIÓN	IMPORTANCIA RELATIVA
11.- Vías férreas	Distancia a ferrocarril (km)	0-2	10	4
		3-5	5	
		6-10	0	
12.- Aeropuerto	Distancia a aeropuerto (km)	0-10	10	3
		20-50	5	
		>50	0	
13.- Población	Tasa de crecimiento del municipio (%)	<0	10	5
		1-2	5	
		>2	0	
14.- Áreas protegidas	Distancia a áreas protegidas (km)	>20	10	4
		15-20	5	
		0-15	0	
15.- Infraestructura eléctrica	Longitud de líneas de transmisión (km)	0-1	10	8
		2-5	5	
		>5	0	
16.- Régimen de propiedad	Tipo	Federal	10	4
		Privado	5	
		Ejidal	0	
17.- Infraestructura por indemnizar	Construcción en el sitio, afectaciones por camino de acceso	Nula	10	3
		Escasa	5	
		Abundante	0	
18.- Uso del suelo	Tipo	Industrial	10	5
		Agrícola	5	
		Silvestre	0	

Los resultados de la aplicación de la metodología de evaluación se presentan en el Cuadro II-6.



<b>Cuadro II-6. Calificaciones técnicas ponderadas de los sitios potenciales</b>			
<b>CONCEPTO</b>	<b>SITIOS</b>		
	<b>LA VENTA</b>	<b>SANTO DOMINGO</b>	<b>LA VENTA - STO. DOMINGO</b>
	<b>CALIF.</b>	<b>CALIF.</b>	<b>CALIF.</b>
Abastecimiento de combustible	N.A.	N.A.	N.A.
Abastecimiento de agua	N.A.	N.A.	N.A.
Área disponible	8	8	8
Geotecnia	6	6	6
Topografía	6	6	6
Bancos de material	6	6	6
Población principal	4	4	4
Población secundaria	3	3	3
Carretera principal	5	5	10
Camino de acceso	0	0	5
Vías férreas	4	4	4
Aeropuerto	3	3	3
Población	5	5	5
Áreas protegidas	4	4	4
Infraestructura eléctrica	5	8	8
Régimen de propiedad	4	4	4
Infraestructura por indemnizar	3	3	3
Uso de suelo	5	0	3
Suma de calificaciones	71	69	82
LUGAR	2	3	1

### *Evaluación ambiental de los sitios potenciales*

Para llevar a cabo esta evaluación se consideró un área de evaluación de 25 por 10 km, partiendo de la Venta - La Mata, hasta Santo Domingo Ingenio por un lado; y de la Sierra Tolistoque hasta Unión Hidalgo por el otro. El área considerada comprende cada uno de los sitios potenciales. Se llevaron a cabo visitas por personal técnico de CFE, y se hizo una recopilación de información bibliográfica. Los aspectos evaluados y los criterios usados se indican en el Cuadro II-7.



**Cuadro II-7. Aspectos y criterios de evaluación ambiental**

<b>FACTORES AMBIENTALES</b>	<b>CRITERIO DE EVALUACIÓN</b>	<b>NIVEL DE IMPACTO</b>
Paisaje	La Central constituirá el elemento visual más notable del paisaje y/o la zona tiene por naturaleza un alto valor paisajístico	10
	La Central constituirá un elemento más del paisaje, pero difícilmente pasará desapercibida y/o la zona tiene por naturaleza un bajo valor paisajístico	5
	La Central constituirá un elemento visual más del paisaje, donde podría pasar desapercibida y/o la zona tiene por naturaleza un bajo valor paisajístico	0
Uso actual y/o planeado	Sitio de la Central ubicado en un área para uso habitacional	10
	Sitio de la Central ubicado en un área para uso agropecuario	5
	Sitio de la Central ubicado en un área para uso industrial	0
ANP y/o RPC	Sitio de la Central ubicado dentro de un ANP y/o RPC	10
	Parte del área en estudio del sitio de la Central está dentro de un ANP y/o RPC	5
	Sitio de la Central y área en estudio ubicados fuera de un ANP y/o RPC	0
Especies protegidas	Sitio de la Central ubicado en un área conservada (áreas con vegetación primaria) y/o con testimonios de presencia de especies con estatus	10
	Sitio de la Central ubicado en un área medianamente conservada (presencia de manchones de vegetación primaria) y/o con posibilidad moderada de encontrar especies con estatus	5
	Sitio de la Central ubicado en un área altamente perturbada y/o con bajo potencial de encontrar especies con estatus	0
Ecosistemas terrestres	Sitio de la Central sobre vegetación primaria y/o área de estudio ocupada por vegetación primaria en un porcentaje superior al 75%	10
	Sitio de la Central parcialmente sobre vegetación primaria y/o área en estudio del sitio de la Central ocupada por vegetación primaria en un porcentaje de 40 a 75 %	5
	Sitio de la Central totalmente desprovisto de vegetación primaria y/o área en estudio del sitio de la Central ocupada por vegetación primaria en un porcentaje inferior al 40%	0
Calidad del aire	Vientos dominantes con dirección de la Central hacia núcleos poblacionales con densidad alta (>300 habitantes)	10
	Vientos dominantes con dirección de la Central hacia núcleos poblacionales de mediana densidad (100 a 300 habitantes)	5
	Vientos dominantes con dirección de la Central hacia núcleos poblacionales de densidad baja o inexistentes	0
Ruido	Sitio de la Central a menos de 0,5 km. del receptor más cercano	10
	Sitio de la Central entre 0,5 y 1,5 km. del receptor más cercano	5
	Sitio de la Central a más de 1,5 km. del receptor más cercano	0
Riesgo ambiental	Sitio de la Central a menos de 0,5 km. de núcleos poblacionales	10
	Sitio de la Central entre 0,5 y 2,5 km. de núcleos poblacionales	5
	Sitio de la Central a más de 2,5 km. de núcleos poblacionales	0



Se estableció un factor de importancia asociado a cada aspecto, la suma de los niveles de impacto de cada sitio da el coeficiente total de impacto (Cuadro II-8). Como se mencionó anteriormente, todos los sitios tendrán el mismo impacto dado que se encuentran en la misma zona, por lo que cualquiera de ellos puede ser seleccionado; sólo se seguirá un orden de crecimiento.

<b>Cuadro II-8. Matriz de evaluación de impactos ambientales</b>				
<b>FACTOR DE EVALUACIÓN</b>	<b>PESO DE IMPORTANCIA</b>	<b>SITIOS EVALUADOS</b>		
		<b>LA VENTA</b>	<b>STO. DOMINGO</b>	<b>LA VENTA - SANTO DOMINGO</b>
Paisaje	10	5	5	5
Uso del suelo	5	5	5	5
Especies protegidas	0	5	10	5
Ecosistemas terrestres	5	0	10	0
Calidad del aire	10	10	0	10
Ruido	5	5	5	5
Riesgo ambiental	5	5	5	5
Nivel de impacto total por sitio		35	40	35
Lugar		1	2	1

### ***Evaluación económica***

En el Cuadro II-9, se presentan los costos de inversión y operación estimados para el sitio considerado para esta etapa.

Del resultado de la evaluación técnico-económica y ambiental, se concluye que los tres sitios evaluados son factibles para la instalación del proyecto. Pudiéndose apreciar que los sitios denominados La Venta y La Venta –Santo Domingo, presentan mayor ventaja en el aspecto ambiental, ya que la mayor parte del terreno donde se instalaría la Central es de uso agrícola.





Se seleccionó el sitio denominado La Venta – Santo Domingo para instalar el P.E. La Venta II, ya que presenta una ligera ventaja en el aspecto técnico y el ambiental con respecto a los otros dos sitios, además de que será una ampliación del proyecto ya existente.

### **II.1.3. Ubicación física del proyecto y planos de localización**

En la selección del sitio donde se ubicará el P.E. La Venta II, se realizó lo siguiente. Estudios topográficos consistentes en la ubicación de los puntos de inflexión (P.I.) de las líneas de aerogeneradores en el predio del proyecto, determinación de longitud entre P.I.'s, deslinde predial. Para todos estos trabajos se usaron instrumentos topográficos de medición (estaciones totales y GPS). Como resultado de estas actividades se obtuvo la ubicación del sitio.

#### ***Actividades de gabinete***

Las actividades realizadas en oficina consistieron en lo siguiente:

- a) Adquisición de cartas topográficas del INEGI.
- b) Búsqueda e identificación de áreas naturales protegidas cercanas al proyecto y zonas arqueológicas decretadas.
- c) Identificación de vientos dominantes y algunos datos meteorológicos.
- d) Simulación de emisiones de ruido provenientes de los aerogeneradores de la Central Eólica La Venta I.

El P.E. La Venta II, se ubicará en una porción de los ejidos La Venta y Santo Domingo entre las coordenadas 94° 49' 11" longitud oeste y 16° 35' 24" latitud norte, a un costado de la carretera Federal Juchitán – Tuxtla Gutiérrez, cerca del entronque La Venta - Unión Hidalgo con dirección



al sur, y La Venta- El Porvenir con dirección al norte. En el Mapa II.1, se presenta la ubicación del proyecto.

<b>Municipios en que se ubica el P.E. La Venta II</b>	
<b>MUNICIPIOS</b>	<b>EJIDO</b>
Juchitán de Zaragoza, Oaxaca	La Venta
Santo Domingo Ingenio, Oaxaca	Santo Domingo

#### II.1.4. Inversión requerida

A continuación se presentan los costos de inversión estimados para la construcción del P.E. La Venta II (Cuadro II.9).

<b>Cuadro II-9. Costos de inversión y operación estimados para el P.E. La Venta II (Sitio La Venta - Santo Domingo)</b>		
<b>COSTO</b>	<b>PESOS M.N.</b>	<b>DÓLARES (U.S)</b>
Costos de Inversión	1 124 123 000,00	102 193 000
Costos de Operación y mantenimiento	23 261 458,00	2 114 678
Costo aproximado para medidas de mitigación*	1 500 000,00	136 363,63
Costo Total	1 148 884 458,00	104 444 041,63

NOTA: Precios en pesos moneda nacional. Paridad 11.00 pesos por dólar americano en promedio (diciembre, 2003)

\* No incluye el costo del paro de los aerogeneradores, durante lapsos de viento fuerte, en el periodo de paso de aves migratorias por la región



## **II.1.5 Dimensiones del proyecto**

### **a) Superficie total del predio**

La superficie total del predio en donde se establecerá el proyecto, es de 19 120 000 m<sup>2</sup>.

### **b) Superficie a afectar**

En la etapa de construcción del proyecto, la superficie a afectar será de 676 400 m<sup>2</sup>, que corresponden a la suma de las áreas de los caminos y de las plataformas, que será necesario habilitar provisionalmente para el tránsito de maquinaria pesada y el montaje de los aerogeneradores, respectivamente. Adicionalmente, se afectará una superficie de 500 m<sup>2</sup> para instalar provisionalmente un almacén de materiales y herramientas, un comedor y un almacén temporal de residuos peligrosos.

### **c) Superficie de las obras permanentes**

En la etapa de operación del proyecto, las obras permanentes ocuparán una superficie de 238 640 m<sup>2</sup>, que estarán dados por las dimensiones reales de los caminos de acceso y de las cimentaciones de las estructuras de los aerogeneradores.

De acuerdo con lo anterior, las dimensiones del proyecto en relación con el tipo de zona, acahual de bosque tropical caducifolio (ABTC) o agropecuaria (AP), y sus porcentajes en relación con la superficie total del predio, se desglosan en el Cuadro II-10.



<b>Cuadro II-10. Dimensiones del proyecto</b>				
<b>Conceptos</b>	<b>Superficie por zona (m<sup>2</sup>)</b>		<b>Superficie ABTC+ AP (m<sup>2</sup>)</b>	<b>% respecto a la sup. total</b>
	<b>ABTC</b>	<b>AP</b>		
a) Superficie total del predio	7 839 200	11 280 800	19 120 000	100 %
b) Superficie a afectar:				
. caminos (29 640 m de 10 m de ancho)	121 524	174 876	296 400	1,55
. Plataformas (152 de 50 x 50 m)	155 800	224 200	380 000	1,98
. Almacenes y comedor	-	500	500	0,003
c) Superficie de obras permanentes:				
. Caminos (29 640 m de 6 m de ancho)	72 914	104 926	177 840	0,93
. Plataformas (152 de 20 x 20 m)	24 928	35 872	60 800	0,31

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

Dentro del área a afectar para la construcción del proyecto, el uso actual del suelo es de tipo agropecuario. Las principales actividades agrícolas que se realizan son el cultivo de especies forrajeras como el sorgo y de granos básicos, principalmente maíz; otra actividad es el cultivo de la caña de azúcar, actividad que sustenta la economía de la región; el método que se sigue para la apertura de los sitios e implantación de estos cultivos es el tradicional de roza-tumba-quema. El pastoreo extensivo de ganado vacuno es la principal actividad pecuaria que se realiza en la región; sin embargo a pesar de contar con áreas ya adecuadas para dicha actividad en la zona, en los sitios en los que aun existe el acahual del bosque tropical caducifolio también se realiza dicha actividad acelerando el desmonte en estos sitios.

En la zona norte el proyecto colinda con una elevación montañosa, la cual esta cubierta por bosque tropical caducifolio, el uso de esta zona es preferentemente forestal tanto por la cubierta de vegetación, como por la pendiente presente en el terreno. Sin embargo, en estos sitios se observan los efectos por la intervención del hombre, ya que la cubierta vegetal esta perdiendo terreno en contra de la apertura de los cultivos y pastizales por un lado, y por el otro por la extracción de madera y leña, que se realiza en menor escala pero parece constante. Cabe señalar



que esta zona se encuentra como colindancia en los cinco kilómetros de radio considerados como área de estudio dentro de este proyecto.

### Área natural protegida

El predio donde se ubicará el P.E. La Venta II, no se localiza dentro ni cercano a áreas naturales protegidas decretadas por la federación.

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

El área donde se tiene programada la construcción del P.E. La Venta II, se encuentra dentro de una zona agrícola, aledaña a los poblados de La Venta y Santo Domingo Ingenio. Las localidades cercanas al sitio del proyecto cuentan con los siguientes servicios: agua potable, drenaje, energía eléctrica, teléfono, alumbrado público, etc.

En el área de estudio la mayoría de las viviendas cuentan con servicios, como energía eléctrica, agua entubada y disponen de drenaje. Los servicios con que cuentan las viviendas en Santo Domingo Ingenio y La Venta, están por arriba del promedio para los municipios de Santo Domingo Ingenio y Juchitán de Zaragoza. Comparativamente, Santo Domingo Ingenio tiene mayor déficit de servicios que La Venta. En La Venta, más del 98% de las viviendas habitadas cuentan con servicio de agua entubada y energía eléctrica. A continuación se muestran los servicios con que cuentan las viviendas en las localidades del área de estudio del proyecto.

<b>Servicios con los que cuentan las viviendas habitadas en las localidades ubicadas en el área de estudio del proyecto</b>				
<b>Localidades</b>	<b>Viviendas particulares habitadas que disponen de</b>			
	<b>Agua entubada</b>	<b>Drenaje</b>	<b>Energía eléctrica</b>	<b>Agua entubada, drenaje y energía eléctrica</b>
La Venta	X	X	X	X
Santo Domingo Ingenio	X	X	X	X
Barrio Ventero	X	X	X	X



## II.2. Características particulares del proyecto

### II.2.1. Programa general de trabajo

En el programa de trabajo que se presenta en el Cuadro II-11, se precisan las actividades a realizar y los periodos de tiempo en que se realizará cada una de ellas.

Cuadro II-11. Programa general de trabajo en las diferentes etapas del proyecto																								
Concepto	Meses																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Tramite, Permisos y Licencias	■	■	■	■																				
Especificaciones	■	■																						
Licitación			■	■	■	■	■	■																
Construcción									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Puesta en Servicio																							■	■

### II.2.2. Preparación del sitio

A continuación se presentan las diferentes actividades que se realizarán para la preparación del sitio.

#### A. Desmontes, despalmes

La realización del desmonte se hará en forma manual, con la ayuda de motosierras y machetes cuando así se requiera. El despalme se realizará utilizando motoconformadoras, implicando el arrastre de materia vegetal, capa orgánica y horizontes superficiales del suelo. El material de despalme será tierra vegetal.



### *Superficie a afectar por desmontes*

La superficie total comprende áreas de acahual de bosque tropical. En el siguiente cuadro se presenta la superficie que será afectada por el desmonte.

<b>Superficie a afectar por desmontes</b>	
	<b>Superficie (m<sup>2</sup>) en ABTC</b>
Caminos de acceso y construcción	121 524
Aerogeneradores	155 800
Comedor	0
Almacén para equipo y materiales	0
Almacén para residuos peligrosos	0
Total	277 324

ABTC = Acahual de bosque tropical caducifolio

### **B. Excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones**

Por ser un terreno plano, en el sitio del proyecto no existen taludes, por lo que no se requerirán métodos especiales de excavación, compactación o nivelación para prevenir la erosión o para garantizar la estabilidad de taludes.

El desarrollo de las obras no requerirá de un drenaje pluvial especial, ya que este proyecto durante su construcción no alterará la escorrentía original del terreno, aunque en los casos donde se detecte la interrupción de alguna corriente natural en los cruces de camino, se instalará una alcantarilla que permita la continuidad del flujo de dicha corriente. Además, los caminos contarán con cunetas para la conducción de aguas pluviales. El origen del material para nivelación de las plataformas provendrá del mismo material que se obtenga del producto de la excavación de los aerogeneradores, que se estima para este caso de 34 692 m<sup>3</sup>.



Como resultado de las excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones que se ejecuten y dadas las características del terreno (poco accidentado), se estima que se generarán cantidades mínimas de materiales sobrantes, los cuales se distribuirán en las áreas ocupadas por los aerogeneradores.

### **C. Cortes**

Por tratarse de un terreno prácticamente plano y sin accidentes topográficos, no se requerirá de cortes de terreno.

### **D. Rellenos**

Por tratarse de un terreno casi plano no será necesario llevar a cabo actividades de relleno. Los lugares donde se pudieran efectuar rellenos, son los sitios de instalación de estructuras, que ocupa una superficie de 14 x 14 m por aerogenerador. El material que sea extraído durante la excavación de las cimentaciones de las torres será el mismo material utilizado para el relleno, en caso de requerirse otro tipo de material, este será adquirido en casas comerciales ubicadas en las localidades cercanas, y transportado en camiones de volteo (cubiertos con lona) que trasladarán el material a los sitios de obra.

### **E. Dragados**

El predio se ubica en un área donde no existen cuerpos de agua importantes por lo que no serán necesarias obras de dragado o desviación de cauces.

En el Cuadro II-12, se presenta el programa de trabajo para la preparación del sitio y construcción del P.E La Venta II.





**Cuadro II-12. Programa de trabajo para la preparación del sitio y construcción del P.E. La Venta II**

		MES														
No.	Concepto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>A.I</b>	<b>Obra Civil</b>															
1	Limpieza, trazo y nivelación	■	■													
2	Movimiento de tierras y relleno con material compactado		■	■	■											
3	Excavaciones			■	■	■	■									
4	Sistema de tierras				■	■										
5	Colado de plantillas					■	■	■								
6	Cimbrado y habilitación de acero de refuerzo					■	■	■	■							
7	Colado de cimentaciones						■	■	■	■	■					
8	Montaje de torres soporte y aerogeneradores											■	■	■	■	
9	Excavación, colocación, relleno y compactación de ductos eléctricos					■	■	■	■							
<b>A.II</b>	<b>Subestación</b>										■	■	■	■	■	
<b>A.III</b>	<b>Línea de Transmisión</b>										■	■	■	■	■	
<b>A.IV</b>	<b>Pruebas y Puesta en Servicio</b>															■

### Obra Civil

#### Estudio de mecánica de suelos

Para determinar las condiciones actuales y las características estratigráficas del subsuelo en el área del P.E. La Venta II, y proporcionar las recomendaciones geotécnicas generales a considerar en el diseño y construcción de las cimentaciones de las estructuras que soportarán los aerogeneradores, la Comisión Federal de Electricidad, a través de la Gerencia de Ingeniería Experimental y Control (CFE-GIEC), llevó a cabo un estudio de mecánica de suelos que comprendió los trabajos de campo y laboratorio que se describen a continuación.



### ***Trabajos de campo***

Estos trabajos consistieron en recorridos de inspección superficial en la mayor parte de la superficie del predio que ocupará la central eólica y en una campaña de exploración directa mediante 14 sondeos de tipo de penetración estándar (SPE) con ensaye y muestreo continuo, en los cuales se obtuvieron muestras representativas de tipo alterado. Las profundidades mínima y máxima exploradas, con respecto al nivel de terreno actual de cada uno de los sitios, fueron de 14.75 m y 20.20 m, respectivamente. En la Figura II.1 se muestra la ubicación de los sondeos realizados.

### ***Trabajos de laboratorio***

Todas las muestras de suelo obtenidas durante los trabajos de campo fueron trasladadas al Laboratorio del Departamento de Mecánica de Suelos de la GIEC en la ciudad de México, en donde se sometieron a las pruebas siguientes:

- Clasificación SUCS y contenido natural de agua,
- Límites de consistencia, líquido y plástico,
- Análisis granulométrico por mallas, y
- Determinación del porcentaje de partículas finas mediante lavado.

Del análisis de los resultados de los trabajos de campo y laboratorio, se generó un modelo estratigráfico general del subsuelo, se determinó la capacidad de carga del terreno, se estimaron los asentamientos máximos de las estructuras y se emitieron las recomendaciones generales de diseño y construcción, mismos que se describen a continuación.

### ***Descripción estratigráfica***

Se definieron básicamente tres depósitos de suelo con las características siguientes:

- De manera superficial existen estratos de arcilla y de arcilla poco arenosa, de color café en tonalidades predominantemente verdosas, amarillentas y/o rojizas, con espesores muy variables que están comprendidos entre los 4,0 y los 12,0 m. De acuerdo con el SUCS, la



clasificación de estas arcillas corresponden a CH o CL, con plasticidad de media a alta y valores de su contenido natural de agua muy cercanos o menores al límite plástico. Además, las arcillas y/o arcillas arenosas existentes por debajo de los 2,5 m de profundidad presentan una consistencia de firme a muy dura ( $10 < N < 70$ ).

- Subyaciendo a este depósito de arcilla, existen estratos de arena arcillosa o de grava fina arcillosa, de color café o gris, con tonalidades predominantemente verdosas o amarillentas; con espesores también muy variables que oscilan entre los 1,5 y los 6,0 m. La clasificación SUCS de estos materiales corresponde a arenas arcillosas (CS) o a gravas arcillosas (GC), compuestas en su fracción gruesa por arenas de finas a gruesas y de gravas finas, y en su fracción fina por arcillas de plasticidad media a alta (CL o CH). Los contenidos naturales de agua de estos materiales tienen valores muy cercanos al límite plástico de su porción fina. De acuerdo con la prueba de penetración estándar, el estado de estos materiales es de compacto a muy compacto, con valores de N comprendidos entre los 25 y 85 o incluso de hasta 5 cm/50 golpes.
- Por debajo de los estratos de arena arcillosa o grava arcillosa, existen nuevamente depósitos de arcillas con clasificación CL o CH y con características muy similares a los superficiales en cuanto a color, plasticidad y contenido de agua. Estas arcillas reportaron valores de N comprendidos en el rango de 35 a 85 golpes, que corresponden a un material de consistencia de dura a muy dura.

### ***Capacidad de carga***

La capacidad de carga se limitó a 100 kPa para las cimentaciones de los aerogeneradores que se desplanten en los depósitos de arena fina arcillosa, y a 200 kPa para las que se desplanten en los depósitos superficiales de arcilla arenosa.

### ***Asentamiento***

Los máximos asentamientos de los aerogeneradores cimentados sobre los depósitos de arena fina arcillosa, se estimó que serán del orden de 4 cm y en el caso de aquellos que se desplanten sobre



los depósitos de arcilla poco arenosa serán de 6 cm, y se presentarán principalmente en la etapa de construcción.

#### Recomendaciones generales de diseño

- La cimentación de los aerogeneradores podrá resolverse mediante el uso de zapatas aisladas de concreto reforzado, desplantadas a una profundidad mínima de 2,0 metros, con respecto al nivel de terreno actual, o mayor en caso de ser necesario para garantizar que su desplante no sea sobre la capa vegetal superficial.
- Para la cimentación de cualquiera de las otras estructuras principales y secundarias de la Central, podrán utilizarse zapatas aisladas de concreto reforzado ligadas con contratraveses, desplantadas a una profundidad de 1,0 m, con respecto al nivel de terreno actual.
- Las presiones de contacto máximas que se transmitirán al subsuelo para el caso de las zapatas desplantadas en los depósitos de arena fina arcillosa será de 100 kPa y de 200 kPa para aquellas desplantadas en los depósitos de arcilla arenosa.

#### *Recomendaciones generales de construcción*

- Siempre será obligatorio el despalme con el fin de eliminar la capa vegetal superficial, que en promedio tendrá un espesor de 40 centímetros.
- Para la construcción de los rellenos, el material deberá colocarse en capas con espesor máximo de 25 cm en estado suelto y deberá compactarse con un rodillo liso vibratorio de 100 kN de peso estático, con el número de pasadas necesario para obtener el 95% del peso volumétrico seco máximo del material determinado en laboratorio.
- Las excavaciones se realizarán con medios mecánicos adecuados hasta alcanzar el nivel de desplante considerado en el diseño, afinándose por medios manuales preferentemente. Las cepas que alojaran a las cimentaciones podrán tener taludes 1,5:1 (horizontal-vertical), debiendo permanecer abiertas el menor tiempo posible y evitando que fluya agua hacia su interior.



- Las cepas podrán ser rellenas con material producto de la excavación eliminando todo aquel que se encuentre contaminado con materiales de construcción y/o materia orgánica: Este material de relleno se colocará en capas de 15 cm de espesor en estado suelto y con el contenido de agua óptimo reportado por el laboratorio.

Para los caminos de acceso se harán excavaciones a cielo abierto con profundidades variables entre 0,30 m hasta 0,50 m.

Para las áreas de maniobra que se utilizarán para el armado y montaje de los equipos de cada aerogenerador y que estarán a un lado de las bases de concreto, se harán excavaciones solamente para nivelar el terreno y tendrán una profundidad aproximada de 0,10 m a 0,30 m.

Para instalar el cableado eléctrico que va desde la base de cada aerogenerador hasta los postes instalados a la orilla del camino que va al poblado del Porvenir se llevará a cabo la excavación de zanjas donde irán enterrados los cables. Estas excavaciones serán realizadas de forma manual o mecánica dependiendo de las dimensiones y profundidad.

***Limpieza, trazo y nivelación.***- Inicialmente se llevará a cabo la limpieza del terreno donde se va a construir el proyecto, el trabajo consiste en despallar el terreno removiendo la capa vegetal entre 30 ó 40 cm de alto utilizando maquinaria o por métodos manuales; una vez que se haya efectuado esta actividad, se llevará a cabo el trazado y nivelación para dejar bien delimitadas las ubicaciones de las diferentes instalaciones como son: plataforma de los aerogeneradores, caminos de acceso, subestación, caseta de control y línea de transmisión.

***Movimiento de tierras y relleno con material compactado.***- Una vez realizadas las excavaciones para las cimentaciones de los aerogeneradores y para las vías de acceso, todo el material producto de estas excavaciones se dejará a un lado para que posteriormente sirva como relleno para las bases de los aerogeneradores y para rellenar y compactar los caminos de acceso.



**Excavaciones.-** Para la construcción de las cimentaciones de los aerogeneradores se harán excavaciones a cielo abierto con profundidades variables de 1,0 m a 2,5 m. se debe considerar lo indicado en el estudio de mecánica de suelos.

**Sistema de tierras.-** Una vez hecha la excavación para la base de los aerogeneradores y que se llegó a la profundidad establecida, se hace una pequeña excavación de forma manual, a 0,40 m de profundidad para instalar el cable y las varillas de cobre, que son utilizadas para el sistema de tierras y que van conectadas en la base de los aerogeneradores.

**Colado de plantillas.-** Después de instalar el sistema de tierras se rellena con el mismo material, y se procede a instalar una plantilla de cemento y arena de 0,10 m de espesor que sirve como base para colocar las varillas.

**Cimbrado y habilitado de acero de refuerzo.-** Una vez colocada la plantilla de cemento-arena, se hace la instalación de las varillas de refuerzo y se coloca la madera que servirá como cimbra para el vaciado de concreto.

**Colado de cimentaciones.-** Realizadas las actividades anteriores se vacía el concreto en las cimentaciones, el concreto es la mezcla de cemento, agua, arena, grava y aditivos según se especifique en las proporciones adecuadas, para que al endurecerse adquiera la resistencia mecánica y características requeridas para los cimientos de las estructuras.

Para llevar a cabo las cimentaciones de concreto, se construirá una planta temporal de concreto en el sitio, ó se utilizará concreto premezclado de la planta concretera más cercana al sitio del proyecto que cumpla con los requerimientos solicitados para el concreto. Se utilizarán vibradores de concreto y herramientas propias para habilitado de cimbras, colados y descimbrados.



**Montaje de torres soporte y aerogeneradores.-** Ya que se tienen las bases de concreto, se procede a efectuar el montaje de las torres de los aerogeneradores, de los álabes y del nacelle (donde están montados el generador y el reductor de velocidad así como equipos auxiliares), se utilizarán grúas y malacates de la capacidad requerida para el montaje de cada uno de los equipos.

A un costado de las bases de los aerogeneradores se dejarán colocadas temporalmente las torres estructurales de acero, los alabes, el nacelle y los tableros para su fácil manejo y montaje.

Se dejará un área temporal de maniobras de por lo menos 50m x 50m a un costado de cada base, para facilitar las maniobras de montaje y el armado de los alabes de cada aerogenerador.

**Excavación, colocación, relleno y compactación de ductos eléctricos.-** Después de concluir el vaciado del concreto de las cimentaciones de los aerogeneradores, se procede a hacer la excavación de una zanja de 0,60 m de ancho por 0,70 m de alto aproximadamente, entre las vías de acceso y las bases de los aerogeneradores; para colocar los ductos eléctricos que van enterrados desde el transformador de cada aerogenerador, hasta el camino de terracería que va al poblado el Porvenir, de donde se conectan a un poste de madera para de ahí dirigirse a la subestación eléctrica en forma aérea.

### **II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto**

La descripción de las obras y actividades provisionales para el P.E. La Venta II, se describen a continuación.



### ***a) Construcción de vías de acceso al P.E. La Venta II***

Para el desarrollo de las actividades en la construcción del P.E. La Venta II, se utilizarán los caminos ya existentes.

Para comunicar las plataformas de los aerogeneradores, se construirán cuatro caminos de terracería con una longitud total aproximada de 29,64 km en total. Estos accesos tendrán un ancho de 6 m, incluyendo las cunetas a cada lado, y podrán ser usados por los ejidatarios como infraestructura de apoyo para sus labores de agricultura. La superficie requerida para los caminos mencionados, es en total de 17,78 ha. El camino estará conformado por una base de 0,30 m y una sub-base de 0,15 m de espesor. Los trabajos se limitarán al acondicionamiento de los accesos ya existentes, y a la construcción de algunos tramos nuevos, así como a la construcción de las obras de alcantarillado y drenaje.

### ***b) Almacenes, bodegas y talleres***

Los almacenes generalmente se ubican en sitios apropiados para la empresa contratista, quien definirá los sitios con base en su localización estratégica, considerando tiempos, distancias y disponibilidad de servicios. Estos almacenes consisten generalmente de piezas de material multipanel, construidos sobre piso de concreto, el área aproximada que ocupará será de 300 m<sup>2</sup>. En los almacenes y bodegas se guardará el equipo, herramienta y maquinaria necesaria durante la preparación del sitio y la construcción de la obra; al término de ellas, se dismantelarán.

También se contará con un almacén temporal de residuos peligrosos durante la etapa de construcción, el cual deberá ser construido a base de estructura metálica, techo y muros de lámina, construido sobre piso de concreto y de un área aproximada de 100 m<sup>2</sup> (10 x 10 m). La construcción del almacén se realizará cumpliendo con las condiciones establecidas en el Reglamento de la LGEEPA en materia de residuos peligrosos.





### ***c) Campamentos, dormitorios y comedores***

No se considera necesaria la instalación de campamentos ni dormitorios, ya que la mayor parte de la mano de obra no calificada será contratada en los poblados cercanos a las obras del proyecto. El personal calificado utilizará la infraestructura que se tenga (hoteles, casas de huéspedes) en las localidades cercanas a las obras. En el último de los casos se rentará alguna vivienda en alguna localidad cercana al proyecto y de requerirse se construirá un comedor temporal de 100 m<sup>2</sup> para personal de supervisión de CFE, del constructor y de los obreros.

### ***d) Instalaciones sanitarias***

Todas las instalaciones provisionales (oficinas y comedores) tendrán servicios sanitarios y de energía adecuadamente acondicionados. En los frentes de obra se instalarán letrinas portátiles. Para el manejo y disposición de los residuos sanitarios que se generen se contratará a una empresa autorizada para prestar este servicio.

### ***e) Bancos de material***

Para el proyecto no será necesaria la apertura de bancos de material en el sitio, puesto que el producto de las excavaciones para formar la sección de desplante en las cimentaciones, es el mismo que se utilizará en el relleno y compactado de las obras, pues conforme a los resultados de mecánica de suelos que se obtuvieron con el estudio geotécnico preliminar, el material examinado cumple con las propiedades físicas de compactabilidad requeridas por la CFE.

Durante la etapa de construcción, los materiales requeridos serán adquiridos en bancos de materiales autorizados. En el Cuadro II-13, se presenta una relación de los bancos de material que se localizan dentro del área de estudio del proyecto.



<b>II-13. Ubicación de los bancos de material</b>	
<b>Sitio</b>	<b>Distancia en km</b>
Río el Espíritu Santo (Santo Domingo)	7
La Blanca (Mpio. De Santo Domingo)	13
Río Niltepec ( Niltepec)	30
Río Los Perros (Juchitan)	30
Río Los Perros (Espinal)	35
Río Los Perros (Ixtaltepec)	40
El Guamol (Mpio. Niltepec)	42
Río Tehuantepec (Tehuantepec)	50
Río Ostuta (Ostuta)	50

***f) Planta de tratamiento de aguas residuales***

Durante la construcción no se considera la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales sanitarias, en su lugar se prevé la instalación de fosas sépticas y letrinas portátiles. El manejo y disposición de los residuos sanitarios lo hará una empresa autorizada para prestar este servicio, quienes deberán enviar estos residuos a un sitio autorizado.

***g) Sitios de disposición de residuos***

La disposición final de los residuos no peligrosos se hará en sitios autorizados por el municipio de Juchitán de Zaragoza. A 31 km del predio donde se construirá el P.E. La Venta II (vía Juchitán) se localiza el basurero municipal.

Para los residuos considerados como peligrosos se contratará una empresa especializada y autorizada para su recolección, traslado y disposición final en un sitio de confinamiento autorizado.



#### **II.2.4. Etapa de construcción**

Los trabajos de construcción serán iniciados con actividades de topografía con el deslinde de las áreas en que serán ubicadas las diferentes instalaciones como son: plataformas de aerogeneradores, vías de acceso, subestación, y línea de transmisión. Será necesaria la construcción de plataformas de terracerías, en las que el nivel 0,00 (cero-cero) de cada una de ellas será definido de acuerdo a la topografía del sitio. Para una mejor comprensión del proceso constructivo, se recomienda ver el Anexo II.1.

Inicialmente será necesario despallar el terreno para remover la capa vegetal que se estima pudiera ser de 0,30-0,40 m, con el uso de maquinaria (motoconformadora). Para la construcción de las plataformas de terracerías, se utilizará el material producto de las excavaciones, llevándolo al nivel de compactación recomendado por el estudio geotécnico con el grado de humedad óptimo. Para este trabajo se utilizarán retroexcavadoras, trascabos, camiones de volteo, motoconformadoras y aplanadoras.

Para la construcción de cimentaciones se harán excavaciones a cielo abierto con profundidades variables de 1,0 m. hasta 2,50 m. Serán realizadas de forma manual o mecánica dependiendo de las dimensiones y profundidad. Las cimentaciones y estructuras de concreto serán construidas utilizando una planta temporal de concreto en el sitio, o utilizando concreto premezclado de la planta más cercana que cumpla con las especificaciones de proyecto. Se utilizarán revolvedoras de concreto de las capacidades requeridas por cada colado, vibradores de concreto y herramientas propias para habilitado de cimbras, colados y decimbrados.

Para el montaje de los aerogeneradores, se utilizarán grúas y malacates de la capacidad requerida para cada maniobra y peso de los elementos y equipo a colocar. También se utilizarán soldadoras para los trabajos de conexión de estructuras, pailería y soportes diversos. Para la colocación de acabados se utilizará la herramienta necesaria (menor).



El sistema de tierras, consiste en tender sobre el suelo y a una profundidad de 0,50 m, alambre de cobre del No. 2 y se conectará una varilla de cobre de 1,5 m de longitud para conectarse a la base de la torre de acero.

Para los caminos, se colocará la sub-base y base de rodamiento de acuerdo con lo indicado en el estudio geotécnico utilizando aplanadoras; rodillos vibratorios según el caso.

Todas las actividades de construcción serán efectuadas aplicando los procedimientos establecidos para tal fin, siempre cumpliendo con las restricciones ambientales de acuerdo con la normativa para ruido, emisiones a la atmósfera por combustión, mitigación de polvos, manejo de residuos sólidos y aguas residuales.

A continuación se describen los equipos que se instalarían en el proyecto Eólico de la Venta II, se indican las características de tres equipos de diferente capacidad.

<b>Aerogeneradores</b>			
Capacidad en kW	660	850	1 300
Numero	152	118	77
Diámetro rotor	47m	52m	60m
Numero de alabes	3	3	3
<b>Torre</b>			
Tipo	Tubular metálica	Tubular metálica	Tubular metálica
Altura	60m	60m	60m
<b>Control</b>			
Tipo	Microprocesador	Microprocesador	Controlador Remoto
<b>Generador</b>			
Tipo	Asincrono	Asincrono	Asincrono
Voltaje	690 V	690 V	690 V
Tablero Eléctrico	152	118	77
Transformador	152	118	77
Cuarto de Central	1	1	1
<b>Material eléctrico</b>			
Cable	64 296 m	55 224 m	41 580 m



## **II.2.5. Etapa de operación y mantenimiento**

### **a) Operación de la central eólica**

Para la operación y control de la Central se instalará un sistema de control remoto, que cuenta con un software para el registro de datos operativos, de generación, registros de viento, velocidades y dirección del mismo, horas en operación, horas fuera de servicio por fallas, demandas eléctricas, factor de planta. Así como, estadísticas, control de alarmas, comandos de arranque y paro. Los datos se obtienen en forma horaria y diaria, por cada generador y los registros se respaldarán mensualmente para efectuar reportes y gráficas de estadísticas de operación del sistema.

Se tendrá la medición de energía entregada por cada aerogenerador a la línea de distribución, mediante un medidor bidireccional, con el que también se determinan las pérdidas en la etapa de transmisión.

El P.E La Venta II, utilizará el viento para generar la energía eléctrica establecida (100 MW), y contará con equipos de **Nula** generación de contaminantes a la atmósfera.

### **b) Mantenimiento de la Central**

Durante la etapa de operación del proyecto (denominado Central una vez que está en operación), se programarán mantenimientos semestrales o anuales para cada una de las unidades eólicas, el cual consistirá principalmente en lo siguiente.

Verificación y revisión del estado físico de cada uno de sus componentes como son: cono de nariz, álabes, rodamiento de álabes, barras de conexión transversal, sistema de inclinación (pitch), flecha principal, sistema de barra de torsión, caja de engranes, frenos, flecha de transmisión, cople flexible, generador, unidad hidráulica, engrane de deslizamiento, rodamiento



del sistema de deslizamiento, chasis, veleta y anemómetro, cubierta de barquilla, torre tubular, recubrimiento de superficie de torre, enfriador de aceite lubricante, cables de fuerza, medición, protección y control y tierra, tablero de control superior, tablero de control inferior, transformadores de potencia, subestación e interruptor de potencia. Se llevará a cabo también un mantenimiento predictivo en cada unidad mediante el cual se revisan los puntos clave donde requiera cambio de lubricantes (grasas o aceites).

### Programa de mantenimiento

Con el fin de garantizar la continuidad en el suministro de energía eléctrica, y la conservación en forma adecuada de los elementos que conformarán la Central La Venta II, es necesario contar con un programa de mantenimiento. En el Cuadro II-14 se enlistan las actividades de mantenimiento y su periodicidad.

<b>Cuadro II-14. Actividades de mantenimiento y su periodicidad</b>		
<b>No.</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>PERIODICIDAD</b>
1	Mantenimiento preventivo	3 meses
2	Mantenimiento correctivo	12 meses
3	Mantenimiento predictivo	6 meses
4	Inspección mayor	12 meses
5	Inspección menor	1 mes
6	Verificación de estado físico de	1 mes
7	Revisión de veleta	6 meses
8	Revisión de anemómetro	3 meses
9	Revisión de torre tubular	12 meses
10	Revisión de sistema de tierras	24 meses
11	Revisión de tablero de control inferior	12 meses
12	Revisión de caja de engranes	6 meses
13	Revisión de cables de fuerza	12 meses
14	Revisión de barras de conexión transversal	12 meses
15	Revisión de álabes	12 meses



Para el P.E La Venta II, aplican los siguientes tipos de mantenimiento.

**Mantenimiento preventivo.** Tiene como objetivo evitar las interrupciones del P.E. La Venta II, mejorando la calidad y continuidad en su operación, y es consecuencia de las inspecciones programadas.

**Mantenimiento correctivo.** Es el que se realiza en condiciones de emergencia, de aquellas actividades que quedarán fuera del control del mantenimiento preventivo, buscando tener recursos a fin de lograr el menor tiempo de interrupción. Este tipo de mantenimiento no es deseable, ya que afecta los índices de disponibilidad del P.E. La Venta II.

**Mantenimiento predictivo.** Tiene la finalidad de combinar las ventajas de los dos tipos de mantenimiento anteriores, para lograr el mismo tiempo de operación y eliminar el trabajo innecesario. Lo cual exige mejores técnicas de inspección y medición para determinar las condiciones de P.E. La Venta II, con un control más riguroso que permita la planeación correcta y efectuar las inspecciones y pruebas verdaderamente necesarias.

A continuación se enlistan las principales actividades de mantenimiento que deben realizarse en el P.E La Venta II.

**Inspección mayor.** Deberá realizarse cuando menos con una frecuencia de una vez por año. Esta revisión deberá hacerse a detalle en cada elemento de los componentes y considerar factores externos susceptibles de ocasionar fallas en la misma como zonas de inundación, contaminación, vandalismo e incendios.

**Inspección menor.** Podrán realizarse hasta dos inspecciones menores en el P.E. La Venta II, en el entendido de que para esta actividad no se requiere estrictamente subir a las estructuras por parte del operador.



### II.2.6. Descripción de obras asociadas al proyecto

La información de las obras asociadas que se pondrán en marcha para el desarrollo adecuado del proyecto, se presentan a continuación.

Nombre del Proyecto	Nombre del proyecto futuro conexo	Ubicación y características del proyecto futuro conexo
P.E. LA VENTA II	S.E. LA VENTA II	Estado de Oaxaca, 120 MVA
	L.T. LA VENTA II-JUCHITÁN II	Estado de Oaxaca, 230 kV

Será necesaria la habilitación de vías de acceso para comunicar las plataformas de los aerogeneradores. Estos accesos tendrán un ancho total de 6 m, incluyendo las cunetas a cada lado.

Para la línea de transmisión también será necesaria la construcción de un camino de acceso, el cual no es objeto de la presente manifestación y será evaluado en su momento.

### II.2.7. Etapa de abandono del sitio

Se considera que la vida útil de la futura Central es de 20 años. Transcurrido este periodo se contempla un programa de abandono del P.E. La Venta II, el cual es tentativo y estará sujeto a modificaciones (Cuadro II.15).





<b>Cuadro II-15. Programa de actividades para el abandono de la Central (años 2024- 2025)</b>													
	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>
1	Desmontaje de equipo y torres												
2	Desarmado de equipo y estructuras												
3	Rehabilitación de edificios												
4	Limpieza y acondicionamiento del predio												
5	Restauración de suelos												

Dentro del programa se consideran como actividades principales las siguientes:

- Desmantelamiento de equipo
- Desarmado de estructuras
- Demolición o rehabilitación
- Limpieza y acondicionamiento del predio
- Restauración de suelos

Durante la limpieza y acondicionamiento del predio, se deberá dejar el terreno libre de escombros y libre de áreas con importantes depresiones topográficas que pudiesen afectar los patrones de escurrimiento superficial, de igual manera se deberán remover tuberías superficiales.

### II.2.8. Utilización de explosivos

Para este proyecto no se utilizaran explosivos.



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

### II.2.9.1. Generación

#### Generación de residuos sólidos peligrosos

Los residuos sólidos peligrosos que se generarán en la etapa de preparación del sitio del P.E. La Venta II, se muestran en el Cuadro II-16.

<b>Cuadro II-16. Residuos sólidos peligrosos: etapa de preparación del sitio y construcción</b>				
<b>NOMBRE DEL RESIDUO</b>	<b>CARACT. CRETIB</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TIPO DE EMPAQUE</b>	<b>SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL</b>
Material impregnado con grasas o aceites	I	3 700 kg	Tambos etiquetados	Confinamiento autorizado
Colillas de soldadura	R, T	1 500 kg	Tambos etiquetados	Venta para Reciclamiento
Recipientes impregnados con pinturas	I, T	450 kg	No aplica	Confinamiento autorizado
Recipientes impregnados con aceite lubricante	I, T	18 000 kg	No aplica	Confinamiento autorizado
Baterías	C, T	150 kg	No aplica	Venta para Reciclamiento
Aceite lubricante usado	I, T	9 000 kg	Tambos de 200 l y etiquetados	Venta para Reciclamiento

#### NOTAS.

- 1.- Características **CRETIB**: **C** = corrosividad, **R** = reactividad, **E** = explosividad, **T** = Toxicidad al ambiente, **I** = inflamabilidad, **B** = biológico infeccioso.
2. Ninguno de los residuos sólidos manejados durante la preparación del sitio y construcción del proyecto tiene propiedades como cancerígeno o que provoque otro tipo de daños a la salud.
3. Todos los residuos peligrosos generados son transportados a sus sitios de depósito definitivo en vehículos que cumplen con los requisitos establecidos por la normatividad aplicable.
4. Las cantidades indicadas corresponden al total esperado durante todo las etapas de preparación del sitio y construcción

Todos los residuos peligrosos serán almacenados dentro del predio, en uno o varios almacenes temporales de residuos peligrosos, cuyo diseño cumpla con lo establecido en los artículos 15 y 16 del reglamento en materia de residuos peligrosos de la LGEEPA. Las áreas de almacenamiento cumplirán con las siguientes condiciones.



- 1.- Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
- 2.- Estar ubicados en zonas donde se reduzcan los riesgos de emisiones, incendios, explosiones e inundaciones;
- 3.- Contar con muros de contención para materiales inflamables y fosas de retención para la captación de residuos o lixiviados;
- 4.- Los pisos deberán contar con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención, con una capacidad mínima de la quinta parte de lo almacenado;
- 5.- Contar con sistemas de extinción contra incendios. En el caso de hidrantes, éstos deberán mantener una presión mínima de  $6 \text{ kg/cm}^2$  durante 15 minutos;
- 6.- Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles;
- 7.- Los frentes de los almacenes serán de malla ciclónica para mantener una adecuada ventilación;
- 8.- Se tendrán pasillos amplios para las maniobras y atención de posibles incendios y dispondrán de extintores tipo ABC.

Durante la operación del la Central se generarán residuos sólidos peligrosos, éstos se muestran en el Cuadro II-17, los residuos generados serán almacenados temporalmente en el almacén de residuos peligrosos ubicado en la Central La Venta I, posteriormente serán transportados por una empresa autorizada a un sitio de confinamiento.



**Cuadro II-17. Residuos sólidos peligrosos: etapa de operación**

NOMBRE DEL RESIDUO	CARACT. CRETIB	CANTIDAD	TIPO DE EMPAQUE	SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL
Material impregnado con grasas o aceites lubricante	I	4000 kg	Tambos etiquetados	Confinamiento autorizado
Solventes usados	E, I, T	0,4 m <sup>3</sup>	Tambos etiquetados	Confinamiento autorizado
Baterías	C, T	100 kg	No aplica	Venta para reciclamiento
Aceite lubricante usado	I, T	15,2 m <sup>3</sup>	Tambos de 200 l y etiquetados	Venta para reciclamiento

**NOTAS**

- 1.- Características **CRETIB**: **C** = corrosividad, **R** = reactividad, **E** = explosividad, **T** = Toxicidad al ambiente, **I** = inflamabilidad, **B** = biológico infeccioso.
2. Las cantidades indicadas corresponden a la generación esperada durante un año de operación del P.E. La Venta II.
3. Ninguno de los residuos sólidos considerados durante la operación del proyecto tiene propiedades como cancerígeno o que provoque otro tipo de daños a la salud
4. Todos los residuos peligrosos generados son transportados a sus sitios de depósito definitivo en vehículos que cumplen con los requisitos establecidos por la normatividad aplicable.

**Generación de residuos sólidos no peligrosos**

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción del P.E. La Venta II, se generarán residuos no peligrosos, la cantidad y disposición final de éstos se muestra en el Cuadro II-18.

**Cuadro II-18. Generación de residuos sólidos no peligrosos: preparación del sitio y construcción**

NOMBRE DEL RESIDUO	CANT. GENERADA	DISPOSICIÓN FINAL
Residuos de la construcción	450 m <sup>3</sup>	Se almacenarán en montículos para ser transportados en camiones que los llevarán a sitios autorizados por el municipio.
Residuos provenientes del desmoste y despalme	8632 m <sup>3</sup>	Se almacenarán en montículos para ser transportados en camiones que los llevarán a sitios autorizados por el municipio.
Residuos sanitarios	110 m <sup>3</sup>	Una empresa especializada se encargará de la colecta y traslado a la planta de tratamiento de aguas residuales para su disposición final.
Basura doméstica	12 toneladas	Será puesta en tambos cerrados, para que el servicio municipal la transporte a los sitios de disposición final respectivos.
Reciclables: Cartón Madera Metal	480 kg 48 toneladas 3 toneladas	Centros de acopio y sitios autorizados por el municipio

En la etapa de operación de la Central también se generarán residuos sólidos no peligrosos, la cantidad y disposición final de los mismos, se presenta en el Cuadro II-19.

<b>Cuadro II-19. Generación de residuos sólidos durante la operación del proyecto</b>		
<b>NOMBRE DEL RESIDUO</b>	<b>CANTIDAD GENERADA</b>	<b>DISPOSICIÓN FINAL</b>
Basura doméstica	3 ton/año	Será almacenada temporalmente en tambos y puesta a disposición del servicio municipal de colección de basura.
Reciclables: Cartón Madera Metal	Cantidad inapreciable	La generación de este tipo de residuos es inapreciable por lo que se pondrá a disposición del servicio municipal, para su reuso

### **II.2.9.2. Manejo**

#### ***Etapa de preparación del sitio y construcción***

Los desechos orgánicos y el material térreo, generados durante el desmonte y el despalme, serán colocados en montículos para que una vez que se termine el colado de las cimentaciones de los aerogeneradores, sean colocados en las áreas adyacentes donde sea necesario.

Los desechos producto de las obras de construcción, como el concreto y la pedacería de ladrillo, serán alojados en sitios específicos dentro del predio de la obra, para proceder a su envío a sitios para su disposición final según lo indique el municipio.

Todos los residuos con características reciclables como cartón, papel, vidrio y metal serán almacenados temporalmente y enviados posteriormente a centros de acopio y a sitios autorizados por los municipios de Juchitán o Santo Domingo.



La basura orgánica que se genere en oficinas y comedores deberá ser colectada diariamente y puesta en un sitio de acopio en tambos herméticamente cerrados para evitar la generación de fauna nociva, dichos residuos se enviarán a los sitios de depósito final autorizados por el municipio de Juchitán, o Santo Domingo.

Las rebabas de soldadura se agruparán en montículos cercanos al sitio de trabajo, y serán trasladadas a un sitio específico dentro del almacén temporal de residuos peligrosos.

En este tipo de centrales no se requiere de áreas para el mantenimiento de maquinaria donde se efectuará el cambio de aceite, engrasado de partes sujetas a fricción, cambio de filtros y en general reparaciones; dado que estas actividades se llevan a cabo en el mismo lugar de los aerogeneradores, esto es dentro de las mismas cabinas. Sin embargo, se tendrán tambos etiquetados donde de manera separada se dispondrán los materiales impregnados con aceite, grasa o solvente; también se dispondrá de tambos etiquetados para la disposición de solventes y aceites gastados. Los tambos con desechos peligrosos claramente identificados, serán enviados al almacén temporal de residuos peligrosos donde se les asignará un área específica.

Durante las operaciones de pintado, se tendrán tambos y materiales impregnados con pintura en recipientes herméticamente cerrados, previendo que toda la pintura residual sea dispuesta en recipientes cerrados, para que posteriormente sean trasladados al almacén temporal de residuos peligrosos (Central La Venta I).

Todos los residuos que se clasifiquen como peligrosos (aceites gastados, latas de pintura y material que resulte impregnado de los mismos), se manejarán de acuerdo a lo dispuesto en el reglamento de la LGEEPA en materia de residuos peligrosos, para posteriormente contratar los servicios de una empresa debidamente registrada que preste el servicio de manejo y disposición final.



### ***Etapa de Operación***

En la etapa de operación se tendrá la generación de basura doméstica y residuos reciclables en cantidades mínimas, dichos residuos serán colectados en botes etiquetados procurando su separación. Los desechos domésticos serán dispuestos en sitios autorizados aprovechando el servicio municipal de recolección; los residuos reciclables serán también puestos a disposición de las autoridades municipales, ya que serán de un volumen insignificante para buscar un mecanismo de venta.

El mantenimiento de los aerogeneradores se llevará a cabo en el mismo sitio donde estarán instalados, ahí se realizará el cambio de aceite, engrasado de partes sujetas a fricción, cambio de filtros y reparaciones generales. En el sitio se tendrán tambos etiquetados en donde, de manera separada se dispondrán los materiales impregnados con aceite, grasa, o solvente; también se dispondrá de tambos etiquetados para la disposición de solventes y aceites gastados.

### ***Etapa de abandono de la Central***

Los desechos producto de las obras de demolición serán alojados en sitios específicos dentro del predio de la obra, para proceder a su envío a sitios para su disposición final, según lo indique el municipio.

Todos los residuos con características reciclables como cartón, papel, vidrio y metal serán almacenados temporalmente en tanto se encuentra algún interesado en su adquisición, de no haberlo deberán ser enviados a sitios autorizados por el municipio.

Todos los residuos peligrosos almacenados temporalmente dentro de las instalaciones de la obra de desmantelamiento, serán transportados a un sitio de confinamiento por una empresa especializada y autorizada, o si estos son factibles de reciclar, como el aceite gastado, se encargará de enviarlo a una empresa especializada para su reciclamiento.



## **Generación, manejo y descarga de residuos líquidos**

### **Generación de residuos líquidos**

#### *Etapas de preparación del sitio y construcción*

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción no habrá residuos líquidos peligrosos.

#### *Etapas de operación*

No habrá generación de residuos líquidos peligrosos.

#### *Etapas de abandono*

Durante la etapa de abandono no habrá residuos líquidos peligrosos

### **Manejo**

#### **Disposición final (incluye aguas de origen pluvial)**

#### *Etapas de preparación del sitio y construcción*

Los residuos sanitarios provenientes de los sanitarios portátiles y de las fosas sépticas, serán llevados a una planta de tratamiento de aguas residuales para su disposición final.

Paralelo a los caminos de acceso se construirán cunetas de recolección de agua pluvial que serán encausadas a las corrientes naturales aledañas a las mismas.





### ***Etapa de operación***

Durante la etapa de operación se considera solamente las descargas sanitarias que serán recolectadas por medio de una fosa séptica.

### ***Etapa de abandono***

En esta etapa sólo se generarán principalmente residuos de origen sanitario, los cuales serán llevados a una planta de tratamiento de aguas residuales para su disposición final.

## **Generación, manejo y control de emisiones a la atmósfera**

### ***Etapa de preparación del sitio y construcción***

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción del P.E. La Venta II, solo se tendrán vehículos y maquinaria (fuentes móviles) que usarán gasolina o diesel como combustible. En el Cuadro II-20, se indican los requerimientos de maquinaria y equipo en esta etapa, haciendo énfasis en el número de los equipos, el tiempo que se empleará y la tasa de emisión de contaminantes esperada. Con la finalidad de mantener un nivel de emisiones dentro de los límites permitidos por la normatividad, estos se someterán, al igual que la maquinaria, a un programa de mantenimiento tanto preventivo como correctivo.

Dado que el nivel de emisiones a la atmósfera no es significativo en esta etapa, además de temporal y proveniente de fuentes móviles, no se considera necesario llevar a cabo un estudio de dispersión de contaminantes a la atmósfera.



**Cuadro II-20. Equipo y maquinaria utilizados durante cada una de las etapas del proyecto**

EQUIPO	ETAPA	CANT.	TIEMPO EMPLEADO EN LA OBRA	HORAS TRAB.	DECIBELES EMITIDOS <sup>1</sup>	EMISIONES A LA ATMÓSFERA (g/milla) <sup>2</sup>		TIPO DE COMBUSTIBLE
						HC	CO NO <sub>x</sub>	
Vehículos	Construcción	15	15 meses	12h/día	No mayor a 86dB	HC CO NO <sub>x</sub>	0,41 7,0 2,0	Gasolina
Tractores D8	Construcción	2	4 meses	12h/día	No mayor a 86dB	HC CO NO <sub>x</sub>	0,8 10,0 2,3	Diesel
Camiones de volteo	Construcción	30	8 meses	12h/día	No mayor a 92dB	HC CO NO <sub>x</sub>	0,8 10,0 2,3	Diesel
Pipas de agua	Construcción	2	13 meses	12h/día	No mayor a 92dB	HC CO NO <sub>x</sub>	0,8 10,0 2,3	Diesel
Motoconformadora	Construcción	2	10 meses	6h/día	Nota (3)	No disponible		Diesel
Cargadores de neumáticos	Construcción	2	13 meses	12h/día	No mayor a 92dB	No disponible		Diesel
Cargadores de orugas	Construcción	1	10 meses	12h/día	No mayor a 99dB	No disponible		Diesel
Retroexcavadoras	Construcción	2	4 meses	12h/día	Nota(3)	No disponible		Diesel
Grúa de 500 toneladas	Construcción	1	4 meses	12h/día	No mayor a 99dB	No disponible		Diesel
Hiab de 5 toneladas	Construcción	2	13 meses	12h/día	No mayor a 92dB	No disponible		Diesel
Grúa de 50 toneladas	Construcción	2	2 meses	12h/día	No mayor a 99dB	No disponible		Diesel

1. El nivel de ruido es alto por el trabajo que efectúan, siendo empleado en la obra en un lapso corto.

2. Datos obtenidos de “Environmental Engineering Handbook”.

### *Etapa de operación*

Durante la operación del P.E. La Venta II, no se tendrán fuentes generadoras de vibraciones, radiactividad, contaminación térmica o luminosa.

En la etapa de operación sólo se requerirán alrededor de 4 vehículos (fuentes móviles) para transporte de personal, y en cuanto a maquinaria alrededor de 2 montacargas. En el Cuadro II-21 se presentan las emisiones estimadas por el uso de esos vehículos.



En la etapa de operación los únicos equipos existentes que pueden producir ruido son los aerogeneradores, aunque sus niveles son muy bajos de acuerdo a la normativa existente (NOM-080-SEMARNAT-1994). Este sistema eólico (aerogeneradores) no emite contaminantes a la atmósfera, ya que su única fuente de energía es el viento.

Por la ubicación de los aerogeneradores y la separación que existirá entre ellos, se considera que no ocasionarán niveles de ruido superiores a los 68-85 dB, medidos en el perímetro del la Central La Venta II, con lo cual se atenderán los requerimientos de la norma NOM-081-SEMARNAT-1994.

<b>Cuadro II-21. Emisiones a la atmósfera por fuentes móviles durante la operación del P.E. La Venta II.</b>					
<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>HORAS DE TRABAJO DIARIO</b>	<b>EMISIONES A LA ATMÓSFERA (G/MILLA) <sup>1</sup></b>		<b>TIPO DE COMBUSTIBLE</b>
Vehículos	4	8 h/día	HC	0,41	Gasolina
			CO	7,0	
			NOx	2,0	
Montacargas	2	12h/día	HC	0,41	Gasolina
			CO	7,0	
			NOx	2,0	

<sup>1</sup> Datos obtenidos de "Environmental Engineering Handbook", Rowe, Tchobanogluos, pp.

### ***Etapa de Abandono***

Para el caso de la etapa de abandono se considera el empleo del mismo tipo de maquinaria y equipo, pero al 50% en cuanto a cantidad y tiempo requerido durante la obra. Con la finalidad de mantener un nivel de emisiones dentro de los límites de emisión aplicables a vehículos, estos se someterán al igual que la maquinaria, a un programa de mantenimiento tanto preventivo como correctivo.



Las áreas de demolición estarán alejadas del perímetro de la Central, por lo que se considera que no ocasionarán niveles de ruido superiores a los 68-85 dB medidos en el perímetro del P.E. La Venta II, con lo cual se atenderá los requerimientos de la norma NOM-081-SEMARNAT-1994. Durante la etapa de abandono, no se tendrán fuentes generadoras de vibraciones, radiactividad, contaminación térmica o luminosa. En el Cuadro II-22 se presenta la información de la generación de ruido producido por la maquinaria en las diferentes etapas del proyecto.

<b>Cuadro II-22. Generación de ruido por el equipo y maquinaria en las diferentes etapas</b>				
<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TIEMPO EMPLEADO EN LA OBRA</b>	<b>HORAS DE TRABAJO DIARIO</b>	<b>DECIBELES EMITIDOS<sup>1</sup></b>
Vehículos	15	10 meses	12h/día	No mayor a 86dB
Tractores D8	2	2 meses	12h/día	No mayor a 86dB
Camiones de volteo	30	4 meses	12h/día	No mayor a 92dB
Pipas de agua	2	7 meses	12h/día	No mayor a 92dB
Motoconformadora	2	5 meses	6h/día	Nota <sup>2</sup>
Cargadores de neumáticos	2	7 meses	12h/día	No mayor a 92dB
Cargadores de orugas	1	5 meses	12h/día	No mayor a 99dB
Retroexcavadoras	2	2 meses	12h/día	Nota <sup>2</sup>
Grúa de 500 toneladas	1	4 meses	12h/día	No mayor a 99dB
Hiab de 5 toneladas	2	7 meses	12h/día	No mayor a 92dB
Grúa de 50 toneladas	2	2 meses	12h/día	No mayor a 99dB

1. Nivel de ruido medido a 1 m del equipo.

2. Su nivel de ruido es alto por el trabajo que efectúan, siendo empleado en la obra en un lapso corto.

Durante la preparación del sitio y construcción del P.E. La Venta II no se tendrán fuentes generadoras de vibraciones, radiactividad, contaminación térmica o luminosa.



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

Los residuos vegetales producto de los desmontes, serán esparcidos en los alrededores del predio cerca de donde fueron generados

Durante la construcción se prevé la instalación de fosas sépticas y letrinas portátiles. El manejo y disposición de los residuos sanitarios lo hará una empresa autorizada para prestar este servicio, quienes deberán enviar estos residuos a un sitio autorizado, preferentemente una planta de tratamiento de aguas residuales sanitarias ya existente.

Respecto a los residuos no peligrosos, se notificará a las autoridades de los municipios de Juchitán y Santo Domingo, para que la contratista pueda hacer uso de los sitios existentes para depositar los residuos que se vayan generando en la etapa de construcción del proyecto, en el entendido de que no son residuos peligrosos.

Con relación a los residuos peligrosos que se generen durante las diferentes etapas, del proyecto, se contratará a una empresa autorizada para que los residuos sean trasladados a un sitio de confinamiento (disposición final) en donde se les de el tratamiento adecuado de acuerdo al tipo de residuo.

#### **Medidas de seguridad**

Las medidas de seguridad que serán establecidas durante las etapas que comprende el P.E. La Venta II, se pueden consultar en el Capítulo 11 “Seguridad e Higiene en el Trabajo” del Manual de Procedimientos Administrativos de la Subdirección de Distribución, de la Comisión Federal de Electricidad (Anexo II.1).



## **Señalización y medidas preventivas**

En el predio y en los frentes de obra se colocarán los señalamientos que indicarán los límites, así como las restricciones y medidas de protección del personal que labore en la obra y también indicando la protección de los recursos naturales existentes. En el diseño de los señalamientos se considerará la armonía con el paisaje y que estos sean comprensibles incluso para la gente que no sabe leer.



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

En el presente capítulo se identificaron y analizaron los diferentes instrumentos de planeación que ordenan la zona donde se insertará el Proyecto Eólico (P.E.) La Venta II, a fin de que se cumpla con los lineamientos y disposiciones que se establezcan en los instrumentos que apliquen por el tipo de proyecto de que se trata.

Dentro del Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (POISE), se considera la ampliación en la capacidad de generación eléctrica en el Área Oriental del país, con la instalación de una Central Eólica de 100 MW en La Venta, Oaxaca, denominado Proyecto Eólico (P.E.) La Venta II, que incluirá la instalación de aerogeneradores cuya capacidad individual será igual ó mayor de 660 kW, por lo que el número de unidades requeridas para completar los 100 MW quedará determinado hasta el momento en que se emita el fallo de la licitación correspondiente. En todo caso el número máximo de aerogeneradores para este proyecto será de 152.

Para llevar a cabo la interconexión al sistema de transmisión y distribución de Comisión Federal de Electricidad (CFE), se requiere de la construcción y operación de una Subestación Eléctrica de 120 MVA y una Línea de Transmisión de 230 kV de enlace, cuya longitud requerida es de 20 km aproximadamente.

#### **III.1 Vinculación con las políticas e Instrumentos de Planeación del desarrollo**

El objetivo de este apartado es describir el grado de concordancia del proyecto con respecto a las políticas estatales de desarrollo social, económico y ecológico, contempladas en los planes y programas de desarrollo en los niveles federal, estatal y municipal.



Para determinar la congruencia del P.E. La Venta II, con los instrumentos de planeación aplicables en el sitio donde está programado su desarrollo, se consultaron y analizaron los planes y programas que tienen relación con el Proyecto, partiendo de lo general a lo particular.

Para un mejor entendimiento y manejo de la información relacionada con los instrumentos de planeación del desarrollo en el sitio donde se ubica el P.E. La Venta II, se presenta el análisis de los instrumentos, partiendo de una visión general en el contexto nacional y posteriormente se presenta el análisis de la información estatal y municipal.

### **Plan Nacional de Desarrollo (2001-2006)**

En el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006, se establecen las políticas social, económica, interior y exterior que constituyen la plataforma y el marco en el cual se asienta y guía la acción del gobierno federal, así como los objetivos y estrategias derivados de las políticas antes mencionadas. Las estrategias se desarrollan en tres áreas de la administración pública federal: Desarrollo Social y Humano, Crecimiento con Calidad, y Orden y Respeto.

En el área de Desarrollo Social y Humano, los objetivos están orientados a incrementar la satisfacción de las necesidades básicas y la calidad de vida de los mexicanos; fortalecer la cohesión social de las colectividades y lograr un desarrollo social y humano en armonía con la naturaleza. En el área de Crecimiento con Calidad, los objetivos establecidos buscan conducir responsablemente la marcha económica del país, elevar y extender la competitividad de la economía, promover el desarrollo social equilibrado y crear las condiciones óptimas para un desarrollo sustentable.

Para alcanzar los objetivos establecidos, se considera que la infraestructura y los servicios públicos son factores clave para mejorar la competitividad de los sectores económicos y para elevar la productividad en general.





En el caso específico del sector energético se debe contar con una regulación moderna y transparente que garantice la calidad en el servicio, así como precios competitivos. Por ello, es necesario:

- Promover la participación de empresas en los proyectos de infraestructura energética;
- Crear infraestructura y servicios públicos de calidad, que permitan contar con empresas energéticas de alto nivel con capacidad de abasto suficiente, estándares de calidad y precios competitivos;
- En términos de energía eléctrica, se deben generar flujos de electricidad eficaces y suficientes ante la creciente demanda;
- Garantizar la sustentabilidad ecológica del desarrollo económico en todas las regiones del país.

De acuerdo con las características del P.E. La Venta II, se considera que su construcción tiene por objetivo satisfacer parte de la demanda de energía eléctrica en corto plazo.

Por lo antes expuesto se considera que el proyecto **no** se contrapone con los objetivos establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo, y es compatible con ellos ya que:

- I. Incrementará los servicios de energía eléctrica en el ámbito regional.
- II. El incremento en los servicios de energía eléctrica favorecerá una mejor calidad de vida para los habitantes de la región, ya que tendrán un servicio eficiente y suficiente.
- III. Coadyuvará a mantener la dinámica del crecimiento económico regional, ya que permitirá generar flujos de electricidad eficaces y suficientes, que permitirán cubrir la demanda requerida.



---

## **Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006 (PNMAyRN)**

En el capítulo de la *sustentabilidad en el nuevo gobierno* del PNMAyRN, se reconoce que la energía desempeña un papel crucial en el crecimiento económico y mejoramiento de la calidad de vida de la población. La explotación racional de los recursos naturales con fines energéticos, así como una mayor eficiencia en todos los eslabones que componen las cadenas de abastecimiento y el empleo de fuentes renovables y de tecnologías limpias, contribuyen a mitigar el inevitable impacto ambiental de la producción y consumo de energía.

En México, las industrias del petróleo, gas natural y electricidad han vivido un proceso de reforma durante los últimos años, en el que se han mantenido algunos elementos institucionales tradicionales (propiedad pública de los recursos naturales, con exclusividad del Estado en su administración y explotación, así como en la prestación del servicio público de electricidad), combinados con la reorganización de las empresas públicas que componen el sector: Petróleos Mexicanos (PEMEX) Comisión Federal de Electricidad (CFE) y Compañía de Luz y Fuerza del Centro (LFC).

En las últimas dos décadas, el sector energético ha estado influenciado por tres factores fundamentales: a) las limitaciones presupuestarias, b) la asignación prioritaria de los escasos recursos disponibles a proyectos de mayor rentabilidad, y c) la búsqueda de acciones del menor costo en la selección y tamaño de los proyectos, para mayor flexibilidad del gasto.

Con respecto al gas natural, su consumo casi se duplicó en la década de los noventa, como resultado principalmente de una mayor utilización en la producción de electricidad. Sin embargo, resulta fundamental que la transición de los productos petroleros al gas natural se lleve a cabo de manera ordenada.



En la **industria eléctrica** se han tomado medidas que han permitido conjurar a corto y mediano plazo el riesgo de cortes en su suministro, pero persisten deficiencias como el bajo margen de reserva, las debilidades del sistema de transmisión y elevadas pérdidas de electricidad.

Dado que las oportunidades de aprovechamiento del ahorro de energía y de las fuentes renovables son todavía extensas y que las tecnologías correspondientes siguen evolucionando y reduciendo sus costos, es importante seguir impulsando políticas y acciones orientadas a maximizar la explotación de todas y cada una de las oportunidades técnicamente posibles y económicamente rentables.

Actualmente la energía eléctrica en México se produce principalmente en plantas de energía térmica, que es considerada como altamente contaminante. Alrededor de la mitad de la energía eléctrica que se genera proviene de esa fuente y ello no ha cambiado en los últimos 20 años. En contraste, la energía proveniente de plantas hidroeléctricas ha caído considerablemente como proporción del total y se han expandido otros tipos de fuentes energéticas como las geotérmica y carboeléctrica y, en mucho menor proporción, la **eólica**. Se considera que la mayor parte de estas fuentes son menos contaminantes que las termoeléctricas.

Bajo la nueva política ambiental de México, el compromiso con el desarrollo sustentable representa una tarea compartida por la SEMARNAT y diversas secretarías e instituciones federales responsables de los distintos sectores de la economía. Esto significa que en conjunto, estas dependencias serán responsables de promover el desarrollo sustentable en sus actividades y programas a través de acciones específicas y metas cuyo desempeño pueda medirse periódicamente. A continuación se detallan las principales acciones de las dependencias que de manera más significativa inciden en el sector, para avanzar hacia la sustentabilidad del desarrollo del país.



En materia de energía y medio ambiente, la Secretaría de Energía trabajará en nueve líneas estratégicas, entre las que destacan el ahorro y uso eficiente de energía, la protección al ambiente, y la realización de proyectos energéticos socialmente sustentables. Como meta para el periodo 2002-2006, se pretende contar con programas energéticos entre los que destaca el ***Aprovechamiento del potencial de energía renovable del país***, en el cual se pretende:

- Establecer un programa anual de fomento de energías renovables que promueva la generación de energía eléctrica a partir de estas fuentes.
- Crear el Fondo Nacional para la Promoción de Energías Renovables.
- Promover un marco regulatorio que favorezca el desarrollo de productores independientes de energía eléctrica basada en fuentes renovables (geotérmica, eólica, minihidráulica, solar y biomasa).
- Fomentar la ciencia y tecnología para el desarrollo de las energías sustentables.

También se tiene como meta el incremento de la capacidad por medio de energías renovables en 1 700 MW para el año 2006.

Respecto a las fuentes renovables en zonas marginadas se pretende:

- Preparar un programa nacional de electrificación rural.
- Coordinar, junto con CONAE, la elaboración de mapas para la identificación de recursos renovables.

La meta en este aspecto es incrementar las instalaciones de energía eléctrica renovable (fotovoltaica, eólica o minihidráulica) en comunidades aisladas que no hayan sido aún conectadas a la red nacional, de acuerdo con el Programa Anual de Electrificación Rural 2002–2006. Se espera cubrir el 97 % de la población rural para el año de 2006.



Dentro de las dependencias paraestatales vinculadas con la Secretaría de Energía, se encuentra la Comisión Federal de Electricidad quien de acuerdo con el Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales, alineará sus actividades de conformidad con el criterio central de sustentabilidad del Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006, que establece que, de ahora en adelante, el desarrollo debe ser limpio preservador del medio ambiente y reconstructor de los sistemas ecológicos.

Las estrategias a seguir por la empresa son por una parte, incorporar en la planeación del desarrollo de CFE criterios de planeación con un enfoque sustentable, buscando un aprovechamiento racional de los recursos naturales, y por otra, incorporar en el proceso de capacitación de la CFE, la alta calificación del personal dedicado a la protección ambiental.

Para cumplir con los objetivos planteados, se establecieron las siguientes líneas de acción.

- Restaurar los suelos afectados por la construcción y operación de las instalaciones.
- Prevenir y/o detener la deforestación que pueda darse o se esté dando por acciones de construcción y operación de las instalaciones de CFE.
- Reforestar las superficies afectadas por las acciones de construcción y operación de las instalaciones eléctricas y/o superficies equivalentes en otras áreas como medida de compensación.
- Apoyar la gestión de las autoridades ambientales y de los actores locales del desarrollo que propicie la protección integral del medio ambiente y de los recursos naturales.
- Hacer participe a la población aledaña a las instalaciones de la CFE, manteniéndola informada, proporcionándole conocimientos para que comprenda la relación entre la satisfacción de su necesidad de energía eléctrica y la modificación de su medio natural.

Las dependencias y entidades del gobierno federal que suman e integran fuerzas y resultados para el desarrollo sustentable de México, centran su participación en establecer estrategias cuyos resultados lleven a incorporar la variable ambiental en la toma de decisiones políticas, económicas y sociales.



Por lo expuesto anteriormente, el P.E. La Venta II, es congruente con el Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales, ya que el aprovechamiento del potencial de energía renovable del país se contempla dentro de las líneas estratégicas que la Secretaría de Energía contempla dentro de sus metas 2002-2006; mediante el establecimiento de un programa anual de energías renovables que promueva la generación de energía eléctrica a partir de esas fuentes. Además, en la descripción del proyecto se tienen contempladas actividades que eviten en lo posible las afectaciones al ambiente que pudieran originarse por la construcción del proyecto. De igual manera se tiene contemplado cumplir con la normatividad ambiental aplicable en las diferentes etapas que comprende la construcción y operación del P.E. La Venta II. El proyecto es congruente también, porque se pretende coordinar esfuerzos con los diferentes sectores gubernamentales, con la iniciativa privada y con las organizaciones sociales, para dar solución a los problemas ambientales, buscando detener y revertir las tendencias actuales respecto al deterioro ambiental.

#### **Plan Estatal de Desarrollo 1998-2004**

El Plan Estatal de Desarrollo 1998-2004, precisa los objetivos generales, estrategias y prioridades del desarrollo integral del estado, conteniendo las previsiones sobre los recursos que serán asignados para alcanzar los fines que se describen, y determina los instrumentos responsables de su ejecución; establece también los lineamientos de política, de carácter global sectorial y regional; las previsiones en referencia al conjunto de la actividad económica y social; establece el régimen del contenido de los planes y programas que se generarán dentro de un sistema estatal de planeación.

Los objetivos establecidos en el Plan Estatal de Desarrollo, tratan de orientar el esfuerzo de los oaxaqueños para alcanzar un mayor desarrollo, entre ellos destaca:



- I. Ampliar y dinamizar la base económica, a partir del fortalecimiento de las vocaciones productivas y de servicios, y la inserción del estado en las nuevas condiciones del cambio económico nacional e internacional.
- II. Superar las barreras estructurales que generan la pobreza y alcanzar niveles dignos de bienestar y oportunidades para todos.
- III. Proteger el equilibrio ecológico del estado, así como preservar y mejorar el ambiente.

Alcanzar estos objetivos implica una adecuada ponderación de las políticas y acciones que, aplicadas con responsabilidad y oportunidad, han de impactar el curso de los acontecimientos.

En las diferentes áreas se pretende:

- Identificar oportunidades de inversión e impulsar actividades productivas con potencial para incorporarse a sectores dinámicos del mercado nacional e internacional;
- Desarrollar una cultura ambiental y fortalecer la capacidad institucional para garantizar el equilibrio ecológico del estado, la conservación de nuestros recursos y el mejoramiento del ambiente;
- Evaluar los proyectos de desarrollo del estado, bajo la óptica de un desarrollo sustentable que garantice la permanencia y el adecuado aprovechamiento de los recursos naturales;

El éxito del Plan depende de la correcta traducción de sus objetivos y orientaciones en políticas sectoriales y programas estratégicos realistas, que permitan la correcta asignación de prioridades y el ejercicio óptimo de los recursos.

En la estrategia planteada para el desarrollo social, político y económico del estado, se definen las prioridades generales que el gobierno se compromete a asumir para entender en su conjunto las necesidades colectivas de Oaxaca. Así, el ejecutivo propone entre las prioridades ampliar la cobertura de servicios y la calidad de los mismos.



En este contexto, el ejecutivo estatal establece dirigir y coordinar los esfuerzos para sentar las bases del cambio de la estructura económica, con la participación de los agentes sociales y económicos, y transformar a Oaxaca en una entidad atractiva para la inversión directa, productiva y generadora de riqueza que eleve en corto plazo los niveles de bienestar de la población.

En la sección de comunicación, desarrollo urbano y equipamiento, el Plan establece el Sistema de Ciudades del Estado, utilizando criterios en función de la población, la influencia regional, los enlaces carreteros y el flujo vehicular para categorizar la importancia de las localidades. Dentro de las 13 localidades urbanas más importantes del estado de Oaxaca, se encuentra Juchitán de Zaragoza, localidad cercana al sitio donde se insertará el P.E. La Venta II, que nos ocupa en la presente Manifestación.

En el caso específico de la energía eléctrica, el estado cuenta con tres fuentes generadoras de energía. Se tienen dos centrales hidroeléctricas, una se localiza en la región del Papaloapam (C.H. Temascal) y la otra en la Mixteca (C.H. Tamazulapam); se tiene además una Central Eólica ubicada en la región de Istmo de Tehuantepec (C.E. “La Venta I”), sitio en el cual se pretende ubicar el Proyecto Eólico La Venta II.

Se estima que la mayor cobertura de demanda potencial de energía eléctrica en Oaxaca, se localiza en las regiones del Papaloapam, los Valles Centrales, el Istmo, la Costa y la Mixteca, en las cuales habita el 80,4% de la población total del estado. El sitio en el cual se pretende ubicar el proyecto La Venta II, se localiza en la región del Istmo, por lo que se considera que la inserción del proyecto es congruente con las políticas establecidas en el Plan, ya que se pretende cubrir parte de la demanda de energía eléctrica.





Dado que en las distintas secciones que conforman en plan, se establece la necesidad de obtener una mejora en la calidad de vida de los habitantes del estado, se considera que el P.E. La Venta II, coadyuvará a mantener la dinámica del crecimiento económico regional, ya que permitirá generar flujos de electricidad eficaces y suficientes, que permitirán cubrir la demanda requerida.

Por lo anterior, se considera que el presente proyecto no se contrapone con lo expuesto en el Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca 1998-2004, y es congruente con los lineamientos y acciones establecidos para el desarrollo y mejora de la calidad de vida de los habitantes del estado de Oaxaca.

### **Ley de Planificación y Urbanización del Estado de Oaxaca**

La Ley de Planificación y Urbanización fue publicada en el Periódico Oficial del estado No. 34, del 24 de agosto de 1963. El Artículo 2º Inciso e), fracción V de esta Ley indica que la planificación y urbanización a que se refiere la Ley comprende entre las actividades, aquellas relacionadas con la ejecución y mejoramiento de obras relativas a servicios públicos estatales o municipales, entre las que se menciona toda clase de depósitos o medios de conducción y distribución de aguas, **energía eléctrica**, combustibles, vapor, saneamiento, drenaje y comunicaciones telegráficas, telefónicas similares. A pesar de que la Ley fue publicada en 1963, de manera general se contemplaba (aunque no explícitamente) la ejecución y mejora de las obras relacionadas con el sector eléctrico, por lo que se considera que el Proyecto Eólico La Venta II, no se contrapone a lo establecido en la presente Ley.



## **Planes municipales de desarrollo**

Respecto a los planes de desarrollo para los municipios de Juchitán de Zaragoza y Santo Domingo Ingenio, se solicitó permiso para revisar y analizar dichos planes en los municipios mencionados. Para el Municipio de Santo Domingo Ingenio no existe un Plan Municipal de Desarrollo, respecto al municipio de Juchitán de Zaragoza, se informó mediante el oficio No. 2,522/2003 que el Plan de Desarrollo Urbano se encuentra en proceso de elaboración y autorización. Por lo anterior, no fue posible analizar estos instrumentos.

## **Proders**

En el estado de Oaxaca se han llevado a cabo diversos proyectos contemplados en los Programas de Desarrollo Regional Sustentable (Proders), durante 2002 ninguno de estos proyectos influyó directamente sobre los municipios incluidos en el área del P.E. La Venta II. De acuerdo con la información que presenta la SEMARNAT, para el ejercicio presupuestal del año 2003, no se tenía contemplado a ninguno de los dos municipios involucrados: Juchitán y Santo Domingo Ingenio, en alguno de los programas o proyectos que serían ejecutados durante este año ([http://www.semarnat.gob.mx/oaxaca/oaxaca03/2semarnat\\_oaxaca/proders\\_2002.shtml](http://www.semarnat.gob.mx/oaxaca/oaxaca03/2semarnat_oaxaca/proders_2002.shtml)).

## **Programas de recuperación y restablecimiento de zonas de restauración ecológica**

### **Programas de restauración de suelos**

La restauración de los suelos y la conservación del agua son indispensables para mantener el patrimonio natural y cultural de cualquier región en el mundo. En el caso de México y en particular en el estado de Oaxaca, el problema de erosión se considera alarmante. Se ha estimado que más del 80% de la superficie del estado presenta cierto nivel de erosión de suelos, y una



tercera parte del territorio estatal se halla gravemente erosionada. Tal situación, ha provocado una drástica baja en la producción agrícola, menos disponibilidad de agua, cambios en el clima y asolvamiento de arroyos, ríos y lagunas; lo que se ha reflejado en pobreza y marginación de algunos oaxaqueños.

Actualmente se sabe que Oaxaca concentra uno de los índices más altos de biodiversidad del país, paradójicamente también es el estado más erosionado de la República Mexicana. En el año 2000, el INEGI señaló que 30% de la superficie oaxaqueña era inservible para la agricultura debido a la completa pérdida de sus suelos, mientras que un 50% del territorio estatal, presentaba preocupantes niveles de erosión. Solamente un 20% de la superficie oaxaqueña tenía masas boscosas o campos agrícolas aún fértiles.

A raíz de esta problemática, un grupo de organizaciones no gubernamentales, entre las que se encuentra Lazos para el Agua y Semillas de Oaxaca (LASOS), el Instituto de la Naturaleza y la Sociedad de Oaxaca (INSO), y el Centro Regional Universitario Sur (CRUS) de la Universidad Autónoma de Chapingo; crearon en 1995 el Programa para el Control de la Erosión y restauración de Suelos de Oaxaca (PCERS). El PCERS funciona como una red en la que convergen comunidades campesinas, organizaciones no gubernamentales, instituciones académicas e instituciones oficiales.

Dentro de los objetivos del PCERS, destaca el apoyo a las comunidades y organizaciones indígenas y campesinas, ofreciendo información, capacitación, asistencia técnica y plantas para viveros. También es un objetivo facilitar el intercambio de información relativa a experiencias y soluciones para el control de la erosión y conservación de sus suelos.

Desde la creación del PCERS, hasta el año 2000, se establecieron 60 viveros (en 60 comunidades), también en más de 90 sitios se han sembrado barreras demostrativas, a través de las cuales se ha demostrado la efectividad del pasto vetiver para la contención de la erosión y la recuperación de suelos. Se sembraron un total de 5 000 metros de barreras vivas solo con pasto



vetiver. Aparte se han establecido sitios demostrativos con magueyes, nopales y pastos nativos. Las barreras se hallan distribuidas en las ocho regiones naturales del estado, comprobando así la efectividad del pasto vetiver para el control de la erosión y la recuperación de suelos en parcelas de cultivo, bordos de agua, arroyos, caminos y campos deportivos.

A la fecha no se tiene conocimiento de algún proyecto específico de control de la erosión y restauración de suelos para los Municipios de Santo Domingo Ingenio y Juchitán de Zaragoza, en donde se construirá el P.E. La Venta II.

### **Ordenamiento ecológico**

A la fecha no existe un Ordenamiento Ecológico decretado para el estado de Oaxaca, se tiene conocimiento de que existe el Diagnóstico del Ordenamiento el cual está en la fase de elaboración. Debido a lo anterior, no fue posible realizar el análisis de este instrumento ([www.oaxaca.gob.mx/coplade](http://www.oaxaca.gob.mx/coplade)).



### III.2 Instrumentos normativos

Con base en las características del Proyecto Eólico La Venta II, se identificaron y analizaron los diferentes instrumentos normativos que ordenan el sitio en donde se ubicará el proyecto, a fin de establecer su concordancia. Se considera que el proyecto forma parte de la dinámica de desarrollo estatal, ya que se espera contribuir con la demanda de suministro de energía eléctrica en el ámbito estatal y local de los municipios involucrados: Juchitán de Zaragoza y Santo Domingo Ingenio.

Para determinar la congruencia del P.E. La Venta II, con los instrumentos normativos aplicables a la zona de estudio, se analizaron las Leyes, Reglamentos, Normas y Convenios existentes en materia ambiental. Como parte del análisis de los instrumentos normativos, se realizó la revisión de las Leyes que se mencionan a continuación:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)
- Ley del Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca
- Ley General de Vida Silvestre
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) es el principal instrumento jurídico en materia de protección ambiental en el país y es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Los objetivos y alcances establecidos en las diferentes fases del P.E. La Venta II, son congruentes con la LGEEPA y la Ley Estatal en materia ambiental, ya que se ha considerado el cumplimiento de lo establecido en la legislación ambiental, en las diferentes etapas que comprende el proyecto.



Respecto a la reglamentación derivada de la LGEEPA, se analizaron los Reglamentos relacionados con esta Ley, dada la naturaleza del proyecto, se debe cumplir con lo establecido en los Reglamentos de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental y en Materia de Residuos Peligrosos, y en las Normas Oficiales Mexicanas, durante las diferentes etapas del proyecto en las que se generen residuos peligrosos (construcción y operación). Igualmente deberán cumplirse las especificaciones contenidas en el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la atmósfera, y la originada por Emisión de Ruido, durante la etapa de construcción y operación. Dada la naturaleza del proyecto, se concluye que se tiene contemplado cumplir con las especificaciones indicadas en los Reglamentos mencionados y las Normas Oficiales aplicables, en las diferentes etapas del Proyecto.

Respecto a las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's), se analizó la normatividad ambiental aplicable a este tipo de proyecto. Para ser congruentes con las políticas ambientales durante las diferentes etapas del proyecto, se considera que las actividades estarán reguladas por las Normas Oficiales y disposiciones ambientales mexicanas mencionadas a continuación.

### **Normas Oficiales Mexicanas**

Las Normas Oficiales Mexicanas aplicables al P.E. La Venta II en sus diferentes etapas, se mencionan a continuación.

NOM-041-SEMARNAT-1999. Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

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.



NOM-50-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.

NOM-052-SEMARNAT-1993. Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente

NOM-054-SEMARNAT-1993. Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.

NOM-059-SEMARNAT-2001. 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.

NOM-080-SEMARNAT-1994. 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.

NOM-081-SEMARNAT-1994.- Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

NOM-011-STPS-2001. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

NOM-017-STPS-2001. Equipo de protección personal - selección, uso y manejo en los centros de trabajo.

NOM-002-SCT-2003.- Listado de sustancias y materiales peligrosos más usualmente transportados.

PROY-NOM-015-SCT3-1995. Que regula el señalamiento visual y luminoso de objetos.

### **Áreas naturales protegidas y otras áreas de atención prioritaria para la conservación**

El predio que ocupará el P.E. La Venta II, **no se encuentra dentro de áreas naturales protegidas**. El predio donde se ubicará el proyecto, no se localiza dentro de Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), ni en Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP). La RTP más cercana al predio del Proyecto Eólico La Venta II, se localiza a 7 km y se trata de la RTP Selva Zoque – La



Sepultura. Respecto a las RHP, la más cercana al sitio del proyecto se localiza a 10 km y se trata de la RHP Cuenca Media y Alta del Río Coatzacoalcos.

### **Discusión y conclusiones**

Después de realizar el análisis de los instrumentos de planeación y los instrumentos normativos que conciernen al P.E. La Venta II, se considera que el proyecto no se contrapone a lo expuesto en los planes y programas de desarrollo tanto a escala nacional como estatal, y se considera que es congruente con los lineamientos y acciones establecidas para el desarrollo del estado de Oaxaca.

El predio donde se pretende ubicar el proyecto no presenta ecosistemas relevantes ni sitios con vegetación arbórea densa, ni se localiza en áreas naturales protegidas, ni zonas turísticas, y no afectará áreas de alto valor escénico, por lo que se considera que el proyecto es congruente con las políticas ambientales expuestas en los instrumentos analizados.

La política ambiental de la Comisión Federal de Electricidad, considera la protección al ambiente como un asunto de alta prioridad, teniendo conciencia del beneficio de la protección del ambiente para el desarrollo sustentable. Se considera que los objetivos y alcances establecidos en las diferentes etapas del P.E. La Venta II, son congruentes con la LGEEPA y la Ley Estatal en materia ambiental. Dada la naturaleza del proyecto, se considera que se tiene contemplado cumplir con las especificaciones indicadas en los instrumentos normativos en las diferentes etapas del proyecto, a fin de evitar afectaciones al ambiente.

Finalmente, se concluye que se tiene contemplada la aplicación de medidas para mitigar los impactos ambientales ocasionados por la inserción del proyecto, que podrían resultar por las diferentes actividades realizadas para la construcción y operación del mismo.





INSTITUTO DE  
ECOLOGIA, A.C.

CAPITULO III



19



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

El presente capítulo atiende a la delimitación, descripción y diagnóstico de la problemática ambiental en el área que ocupará el Proyecto Eólico La Venta II, obra de generación de energía eléctrica que se ubicará en lo que actualmente forman los ejidos de La Venta y Santo Domingo, en el estado de Oaxaca. Cabe mencionar que al sur opera la Central Eólica La Venta I y la Subestación La Venta I, mismas que se encuentran al Este de la ciudad de Juchitán, Oaxaca.

El objetivo principal del presente capítulo, es describir y analizar el sistema ambiental, considerando elementos como diversidad, distribución, amplitud y nivel de alteración de los componentes paisajísticos que constituyen el entorno de la obra, así como el área de influencia de la misma y las relaciones causales y dependencias que sostienen al sistema ambiental.

Los componentes ambientales que se consideran de importancia en la estructura y función de la matriz del paisaje, que fueron considerados como críticos respecto a la ubicación del proyecto se analizan a detalle, así como aquellos elementos denominados como "susceptibles" de verse afectados por la operación del proyecto, considerando los principales lineamientos normativos y de planeación sectorial que se describen a detalle en el Capítulo III.

### **IV.1 Delimitación del área de estudio**

El área de estudio o área de análisis es un espacio específico, con una heterogeneidad relativa en su estructura y/o función, su determinación depende principalmente de las interrelaciones existentes en el sistema entre el medio físico, biótico y social; delimitada primordialmente bajo el criterio del investigador y los objetivos del proyecto a ejecutar siguiendo paralelamente las especificaciones de la *Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental del*



*sector eléctrico, Modalidad Particular* (SEMARNAT, 2002). En este sentido, y de acuerdo con la guía, para delimitar el área de estudio se consideraron las siguientes características del proyecto:

- Ubicación.
- Dimensiones.
- Tipo de obra y actividades a desarrollar.
- Distribución espacial de las obras y actividades del proyecto, incluyendo las asociadas y/o provisionales.

El área de estudio pertenece a un polígono de forma cuadrada con una superficie de 100 km<sup>2</sup> teniendo como centroide el punto medio del predio donde se pretende construir el proyecto Eólico La Venta II. En el se encuentran inmersas pequeñas porciones de los Municipios de Asunción Ixtaltepec, San Miguel Chimalapa, Juchitán de Zaragoza y Santo Domingo Ingenio del estado de Oaxaca. Sin embargo, cabe señalar, que el predio donde se pretende construir el proyecto solamente afectará los dos últimos. La delimitación de la zona de estudio se realizó con respecto a la ubicación y amplitud de los componentes ambientales con los que el proyecto tendrá interacción.

### **Ubicación del proyecto**

El Proyecto Eólico La Venta II, se ubicará en una porción de los ejidos La Venta y Santo Domingo, entre las coordenadas 94°49'11" longitud oeste y 16°35'24" latitud norte, a un costado de la carretera Federal Juchitán – Tuxtla Gutiérrez, cerca del entronque La Venta - Unión Hidalgo con dirección al sur, y La Venta- El Porvenir con dirección al norte (Figura IV.1-1).



## Dimensiones del proyecto

La superficie total del predio en donde se desarrollará el Proyecto Eólico La Venta II, tiene una superficie aproximada de 19 120 000 m<sup>2</sup>, de la cual la superficie requerida para la construcción de los 152 aerogeneradores es de 380 000 m<sup>2</sup>, que se distribuirán en cuatro líneas según se indica en la Figura IV.1-2 (el área requerida para el montaje de cada aerogenerador es de 50 x 50 m). La longitud requerida para la construcción de los aerogeneradores abarca un recorrido de 7 410 m por cada línea de torres y aerogeneradores (4 en total), por lo tanto se requiere una longitud de 296 40 m. Dicho recorrido es exclusivamente en los predios que son propiedad de los ejidatarios de La Venta y Santo domingo. Durante la construcción de los aerogeneradores, cada línea de torres tendrá una vía de acceso de 10 m de ancho (adyacentes a los cuadros de 50 x 50 m) lo que afectará una superficie total de 296 400 m<sup>2</sup>. En la etapa de operación del proyecto, el ancho de los caminos se reducirá de 10 a 6 m, con lo que la superficie de la red de caminos disminuirá (de 296 400 m<sup>2</sup> a 177 840 m<sup>2</sup>); la superficie en las plataformas se aminorará en 319 000 m<sup>2</sup> de 380 000 m<sup>2</sup> que se requieren para las maniobras de montaje de los aerogeneradores, a las 60 800 m<sup>2</sup> en que se alojaron las cimentaciones de las estructuras (ver cuadro IV.1-1).

**Cuadro IV.1-1 Superficie requerida para la construcción del P.E. La Venta II**

Conceptos	Superficie por zona (m <sup>2</sup> )		Superficie ABTC+ AP (m <sup>2</sup> )	% respecto a la sup. total
	ABTC	AP		
a) Superficie total del predio	7 839 200	11 280 800	19 120 000	100 %
b) Superficie a afectar:				
. caminos (29 640 m de 10 m de ancho)	121 524	174 876	296 400	1,55
. Plataformas (152 de 50 x 50 m)	155 800	224 200	380 000	1,98
. Almacenes y comedor	-	500	500	0,003
c) Superficie de obras permanentes:				
. Caminos (29 640 m de 6 m de ancho)	72 914	104 926	177 840	0,93
. Plataformas (152 de 20 x 20 m)	24 928	35 872	60 800	0,31



## **Tipo de obras y actividades a desarrollar**

Para la preparación del terreno, se realizarán actividades de desmonte y despalme; los trabajos de desmonte se efectuarán en los 121 524 m<sup>2</sup> de caminos y plataformas dentro de la zona de acahual de bosque tropical caducifolio (ABTC), y los despalmes en los 676 900 m<sup>2</sup> que comprenderán todos los caminos y plataformas en toda la zona del proyecto, es decir, los que se ubican tanto en el área agropecuaria (AP) y en el acahual de bosque tropical caducifolio (ABTC). Posteriormente se nivelará el terreno (los desniveles observados son mínimos).

El P.E La Venta II no utilizará combustible como normalmente se usa en cualquier otro tipo de centrales de generación de energía, ya que sólo hace uso del viento para la producción de energía eléctrica a través de aerogeneradores.

En la etapa de construcción, para el tránsito de maquinaria pesada, se habilitarán se habilitarán sobre los caminos y brechas existentes, 29 640 m de caminos con 10 m de ancho, los cuales se reducirán a 6 m para la etapa de operación del proyecto. La disposición de los residuos no peligrosos será conforme lo indique la autoridad municipal correspondiente.

Durante la fase de operación del P.E. La Venta II, la única fuente emisora de contaminación será la asociada al ruido, mismo que se produce por el funcionamiento mecánico de los aerogeneradores y el ruido de naturaleza aerodinámica, producido por el movimiento de las aspas. La intensidad del sonido emitido por el P.E. La Venta II, tendría el valor máximo de 55 decibeles en el centro de la poligonal donde se encontrarán los aerogeneradores. Por lo que, la emisión del ruido al ambiente cumplirá con los niveles máximos permisibles establecidos en la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-011-STPS-2001, que habla sobre las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido, y en la NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los niveles máximos de emisiones de ruido de las fuentes fijas.



De acuerdo con los datos del XII Censo General de Población y Vivienda, 2000 (INEGI, 2001) y la cartografía del INEGI, en el **área de estudio** quedan comprendidos cuatro municipios y cinco localidades, con una población total de 7 655 habitantes. De las cinco localidades presentes en el área de estudio, La Venta sería la única que estaría en el área de influencia del proyecto. Esta localidad alberga 1 814 personas en total, y las viviendas situadas en el extremo norte de este poblado están ubicadas a una distancia entre 380 y 400 m de la batería de aerogeneradores que actualmente se encuentran en operación, pero ninguna vivienda está situada a menos de 200 m de distancia de los aerogeneradores o dentro del rango de los 55 dB. Algunos de los terrenos ubicados en las porciones extremas N y NW del área de estudio pertenecen a los municipios de San Miguel Chimalapa y Asunción Ixtaltepec, pero en ninguno de esos terrenos existe algún asentamiento humano, y además quedan fuera del área de influencia del proyecto.

Gran parte de la superficie comprendida en el área de estudio, corresponde a zonas de uso agrícola. En la región la agricultura es de riego y de temporal. Los terrenos en los que se instalarán los aerogeneradores del P.E. La Venta II, incluyen tierras de uso agrícola y áreas ocupadas por acahual de bosque tropical caducifolio. La mayor porción de tierras que están actualmente bajo uso agrícola y que serán impactadas por el proyecto pertenecen al ejido La Venta. En el área de estudio las actividades agrícolas se centran en el cultivo de caña de azúcar, maíz, sorgo, cacahuate, sandía, melón, camote, pepino, calabaza, ajonjolí y frijol.

Los rasgos geomorfoedafológicos, hidrográficos, meteorológicos y tipos de vegetación, no resultaron particularmente útiles para la delimitación de la zona de estudio, aunque se descartó que existieran características de los mismos que implicaran un obstáculo o un inconveniente para el desarrollo del proyecto. Se considera que la zona es de riesgo bajo-medio por eventos geomorfoedafológicos, básicamente por actividad sísmica, y sin posibilidad de deslizamientos de tierra. La operación del P.E. La Venta II no implica riesgos de contaminación de mantos acuíferos ni corrientes superficiales. Tampoco se prevén riesgos hidrometeorológicos tales como ciclones tropicales o inundaciones, puesto que la región es subhúmeda, y la vegetación del predio se limita a pastizales inducidos.



## **Desarrollo metodológico**

El primer paso fue caracterizar y analizar el sistema ambiental en el que se asienta el proyecto, tomando en consideración elementos importantes como diversidad, distribución, nivel de afectación y amplitud de los componentes paisajísticos de la zona (ecosistemas y sociosistemas).

El primer nivel de exploración física del terreno en que se instalará el proyecto, se llevó a cabo tomando como unidad de estudio la fotografía aérea, con el fin de tener el primer acercamiento hacia la fase descriptiva del medio; esta fase comprende las siguientes etapas:

1. Delimitación física sobre cartografía digital del área en que se llevará a cabo el proyecto,
2. Dimensiones del proyecto y,
3. Descripción del sistema y subsistemas del medio ambiente: natural, productivo y socioeconómico, geopolítico, ecológico y fisiográfico.

## **Delimitación física**

Para la delimitación del área de estudio se realizó una visita a los predios que ocupara el P.E. la Venta II, en cuyos terrenos se proyecta la construcción de los 152 aerogeneradores. En la misma se identificaron y obtuvieron coordenadas de puntos de control mediante un sistema de geoposicionamiento global (GPS), que posteriormente fueron ingresados a un sistema de información geográfica (SIG) Arc View versión 3.2, agregando la ubicación y dimensiones del proyecto (a partir de las especificaciones de ingeniería).

Los datos que se utilizaron como soporte para observar el paisaje fueron ortofotos digitales escala 1:5 000 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2000). Estas fueron procesadas y digitalizadas utilizando fotografías aéreas escala 1:20 000 e Imágenes Land Sat TM.



Uno de los criterios que se usó para delimitar al área de estudio fue el impacto visual que tendrá el proyecto debido a la altura de los aerogeneradores (70 – 150 m de altura incluyendo el álabe). Para ello se calculó la cuenca visual, que se define como una zona desde la que son visibles un conjunto de puntos, a partir de puntos de observación (Gayoso *et al*; 1999). Para este caso, el punto importante a ser observado fue la poligonal donde se pretende construir P.E. La Venta II. Los puntos de observación fueron tomados a la distancia máxima de donde se alcanza a observar el centroide de la poligonal, para este caso fue de 5 km de radio, posteriormente se digitalizo un polígono de forma circular con el mismo radio, el cual a su vez sirvió para delimitar el área de estudio siendo esta de 100 km<sup>2</sup> (Figura IV.1-3).

Una vez delimitada el área de estudio o análisis se inició la digitalización de las cartas temáticas de Uso del Suelo, Vegetación, Topografía, Edafología, Geología, Hidrología Superficial e Hidrología Subterránea del INEGI, escala 1: 250 000 (1983) tomando como límite de digitalización el área de estudio.

Debido a las características del proyecto, la información relativa a los factores físicos incluye la descripción de elementos que se encuentran fuera del área de estudio, pero que complementan la información presentada.

## **IV. 2 Caracterización y análisis del sistema ambiental**

En este apartado se presenta el análisis integral de los elementos del medio físico, biótico, social, económico y cultural del entorno del proyecto P.E. La Venta II.





## IV.2.1 Aspectos abióticos

### IV.2.1.1 Clima

Como parte de la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto Eólico (P.E.) La Venta II, en el estado de Oaxaca, se presenta una breve descripción del clima de la región, para lo que se seleccionaron dos estaciones meteorológicas representativas del sitio en que será instalado dicho proyecto eólico (Cuadro IV.2.1.1-1, Mapa IV.1). Las estaciones seleccionadas, Chicapa y Unión Hidalgo, cuentan con normales climatológicas completas para 30 años de registros (CNA, 1980) y fueron utilizadas para la elaboración de los mapas de climas de México de CONABIO (García, 1997).

<b>Cuadro IV.2.1.1-1. Ubicación de las estaciones climatológicas</b>					
<b>Estado</b>	<b>Localidad</b>	<b>Latitud N</b>	<b>Longitud W</b>	<b>Altitud (msnm)</b>	<b>Distancia al predio</b>
Oaxaca	Chicapa	16° 34' 23,9"	94° 48' 22,5"	30	2 km
	Unión Hidalgo	16° 28' 23,2"	94° 49' 47,8"	10	13 km

### Tipo de clima

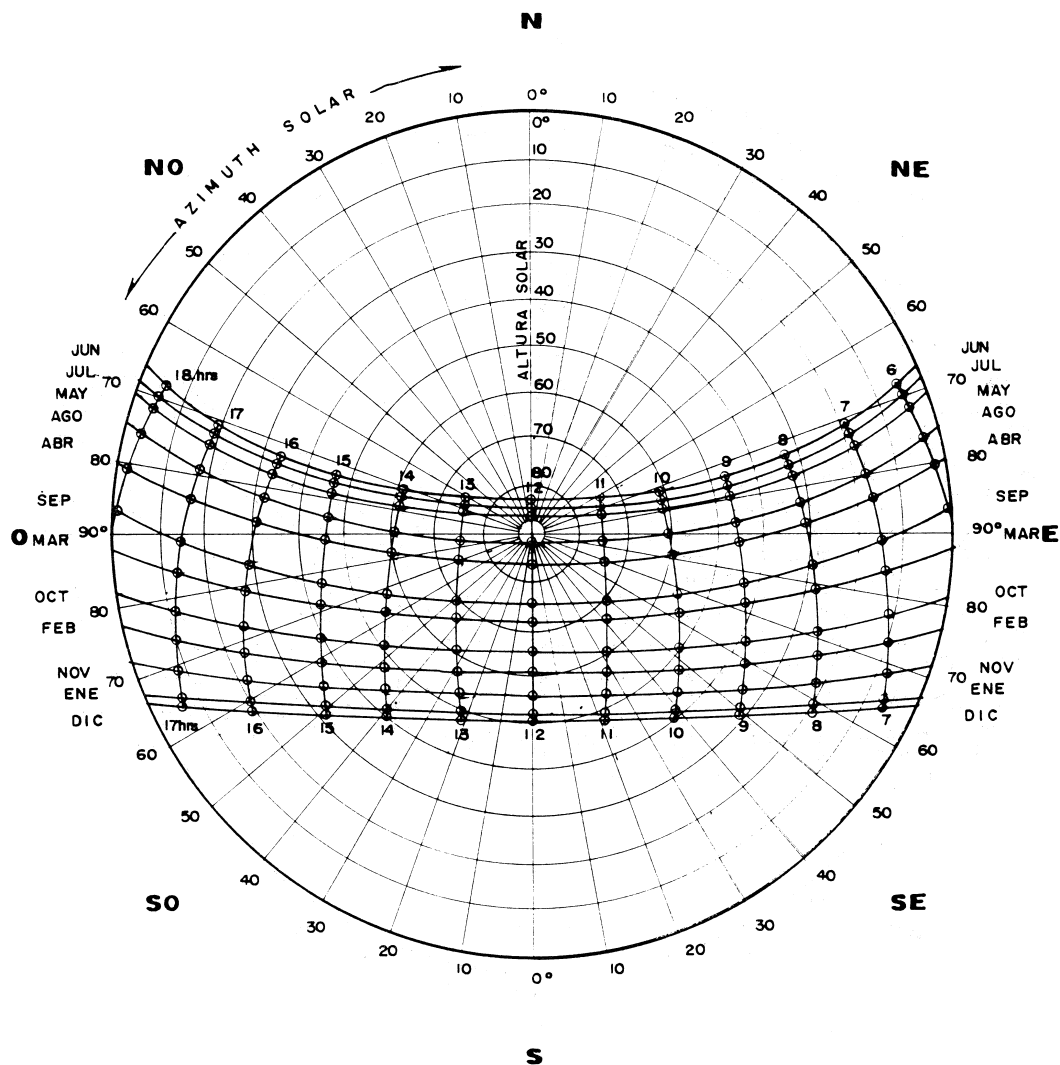
Según la clasificación climática de Köppen, modificada por García (1988), el clima de la región se considera como muy cálido subhúmedo con régimen de lluvias de verano y poca oscilación térmica. Ambas estaciones seleccionadas registran la misma fórmula climática.

- Chicapa y Unión Hidalgo, Oaxaca. **Aw0(w)(i')gw"**. (García, 1997). Muy cálido (Temperatura media superior a 26° C y mes más frío sobre 18°C); subhúmedo (cociente P/T menor que 43,2, por lo que se considera como el más seco de los subhúmedos); con régimen de lluvias de verano. Tiene poca oscilación térmica (entre 5° y 7° C). Marcha anual de la temperatura tipo Ganges (mes más cálido antes de junio) y presencia de canícula (sequía intraestival o disminución relativa de la lluvia a la mitad de la temporada lluviosa).



## Radiación solar

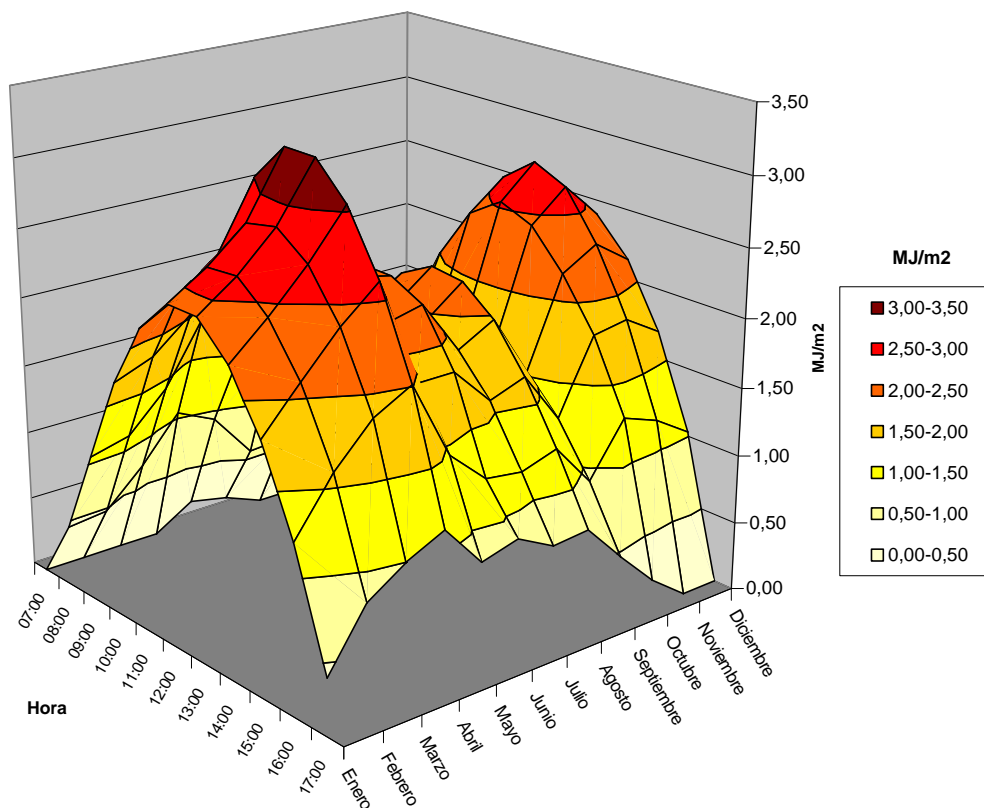
En la Figura IV.2.1.1-1 se muestra la proyección sobre el plano del horizonte de las trayectorias solares para los 16° de latitud norte, correspondiente a la ubicación aproximada del proyecto, mientras que en el cuadro IV.2.1.1-2 y la figura IV.2.1.1-2 aparece la irradiación solar global horaria, derivada del satélite meteorológico GOES, para la ciudad de Oaxaca, Oax.



**Figura IV.2.1.1-1. Proyección sobre el plano del horizonte de las trayectorias solares para los 16° de latitud norte (Tomado de Hernández *et al*; 1991).**



<b>Cuadro IV.2.1.1-2. Irradiación solar global horaria en Oaxaca, derivada del satélite meteorológico GOES (MJ/m<sup>2</sup>). Tomado de CFE (2000)</b>													
Mes	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	Suma	Promedio
Enero	0,00	0,44	1,07	1,70	2,17	2,42	2,42	2,19	1,79	1,21	0,41	15,82	1,44
Febrero	0,00	0,47	1,14	1,81	2,32	2,60	2,62	2,43	2,09	1,59	0,82	17,89	1,63
Marzo	0,00	0,73	1,41	2,04	2,54	2,83	2,88	2,71	2,38	1,87	1,00	20,39	1,85
Abril	0,00	1,05	1,84	2,51	3,01	3,28	3,28	3,04	2,61	2,01	1,13	23,76	2,16
Mayo	0,17	0,92	1,51	2,00	2,34	2,48	2,41	2,17	1,85	1,45	0,81	18,11	1,65
Junio	0,11	0,59	1,48	2,06	2,29	2,35	2,35	2,23	1,85	1,20	0,88	17,39	1,58
Julio	0,00	0,61	1,23	1,67	1,91	2,00	1,97	1,84	1,57	1,16	0,74	14,70	1,34
Agosto	0,00	0,70	1,31	1,77	2,07	2,20	2,17	1,98	1,66	1,24	0,76	15,86	1,44
Septiembre	0,00	0,51	1,01	1,40	1,63	1,72	1,68	1,53	1,28	0,92	0,47	12,15	1,10
Octubre	0,00	0,86	1,48	2,00	2,38	2,54	2,44	2,17	1,81	1,30	0,20	17,18	1,56
Noviembre	0,00	0,82	1,51	2,14	2,59	2,77	2,66	2,32	1,85	1,20	0,00	17,86	1,62
Diciembre	0,00	0,59	1,17	1,74	2,19	2,43	2,40	2,14	1,69	1,03	0,00	15,38	1,40



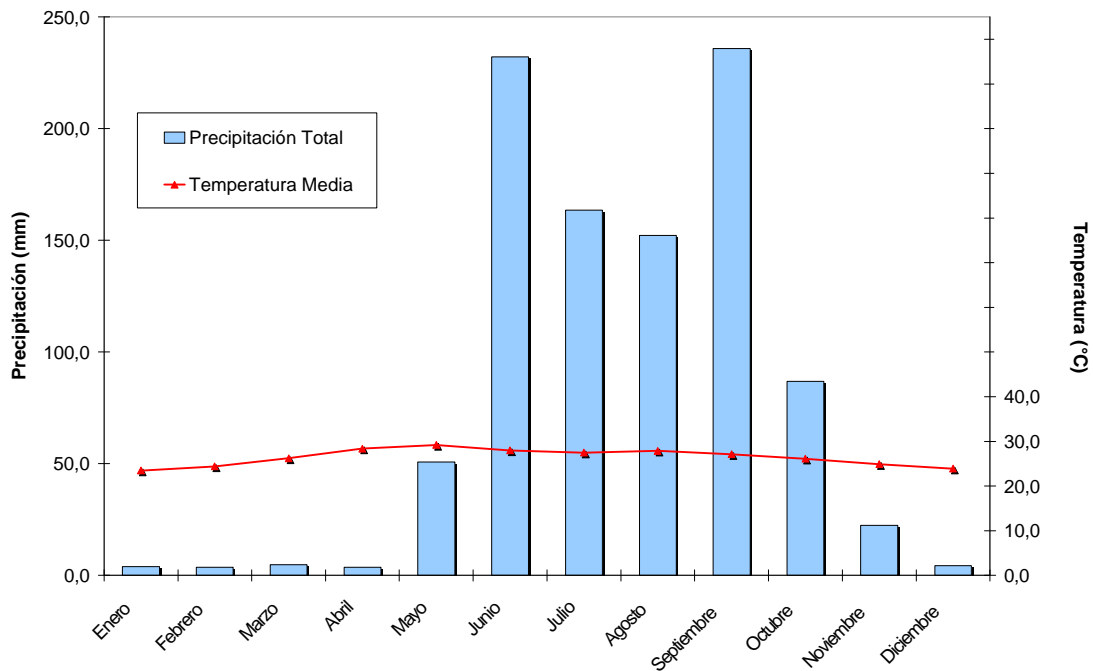
**Figura IV.2.1.1-2. Irradiación solar global horaria en Oaxaca, derivada del satélite GOES.**



## Temperatura

Según la clasificación climática de Köppen modificada por García (1988), el clima de la región se considera como muy cálido, porque la temperatura media anual es superior a los 26 °C y la temperatura media del mes más frío es superior a los 18° C (Figura IV.2.1.1-3). La temperatura media anual de Chicapa es de 26,5 °C, y las temperaturas medias mensuales en dicha localidad van desde los 23,6 °C en enero hasta los 29,3° C en mayo. La temperatura media anual de Unión Hidalgo, alcanza los 26,9° C, con medias mensuales de 24,1 °C en enero hasta los 29,4 °C en mayo. Se considera que el sitio tiene una marcha anual de la temperatura tipo Ganges, precisamente porque las temperaturas máximas mensuales se presentan en el mes de mayo, es decir, antes del solsticio de verano, que ocurre en junio (Figuras IV.2.1.1-4 y IV.2.1.1-5).

La temperatura máxima registrada en Chicapa ha sido de 40,0 °C correspondiente a un mes de junio, y en Unión Hidalgo alcanzó los 41,0 °C en un mes de mayo, mientras que la temperatura mínima registrada en ambas localidades ha sido de 11,0 °C, las dos en un mes de enero.



**Figura IV.2.1.1-3. Climograma. Chicapa, Oaxaca. 1941-1970**

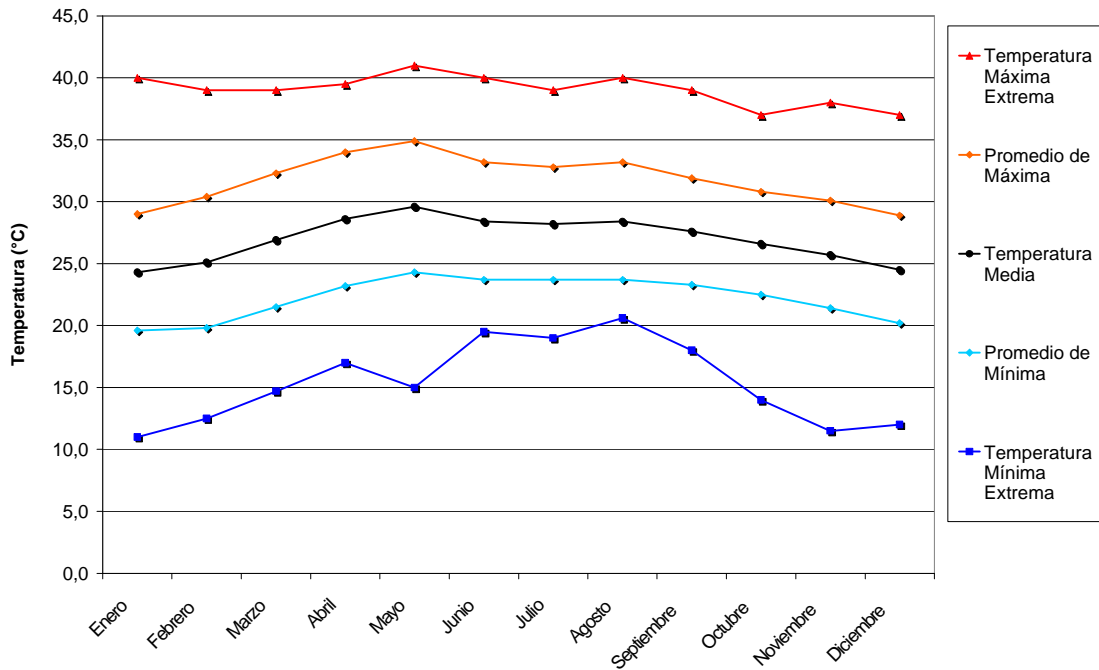


Figura IV.2.1.1-4. Marcha anual de la temperatura. Unión Hidalgo, Oaxaca. 1941-1970

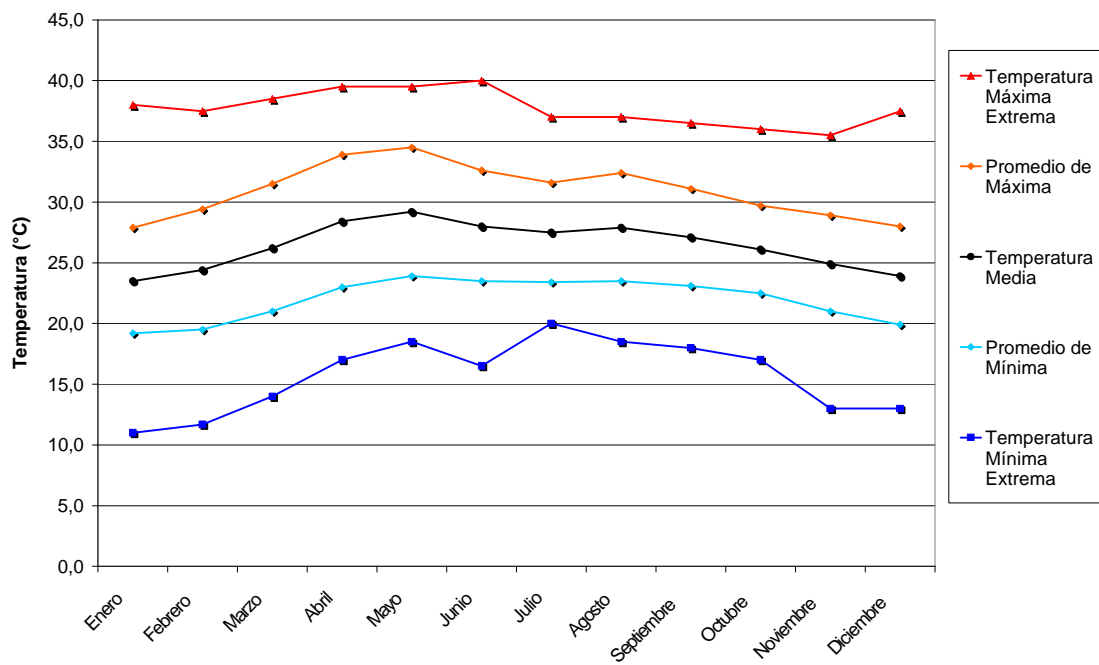


Figura IV.2.1.1-5. Marcha anual de la temperatura. Chicapa, Oaxaca. 1941-1970



## Precipitación

El tipo de clima de la región se considera como subhúmedo con lluvias en verano; presenta por lo menos diez veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad cálida del año, aunque por su cociente P/T, se clasifica como el más seco de los subhúmedos. La precipitación media anual de Chicapa es de 963,9 mm, mientras que la de Unión Hidalgo es ligeramente superior, con 1074,1 mm anuales (CNA, 1980).

La precipitación media mensual varía considerablemente entre las temporadas lluviosa y seca, y va de valores tan bajos como 2,1 mm como promedio en diciembre en Unión Hidalgo, y 3,6 mm en febrero en Chicapa; hasta los 273,6 mm en junio en Unión Hidalgo y 235,9 mm en septiembre en Chicapa. Sin embargo, las precipitaciones máximas mensuales históricas han alcanzado cifras muy superiores a esas medias, probablemente relacionadas con la presencia de depresiones tropicales o huracanes. La precipitación máxima mensual de Chicapa ha alcanzado los 484,0 mm, mientras que la de Unión Hidalgo ha sido de 735,1 mm (Figuras IV.2.1.1-6 y IV.2.1.1-7).

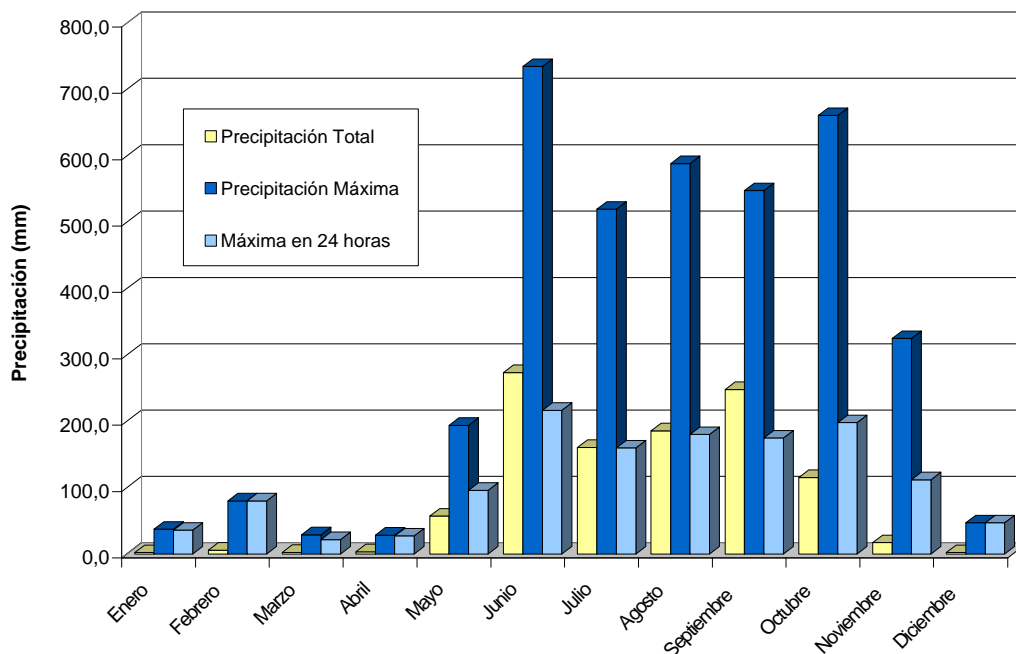
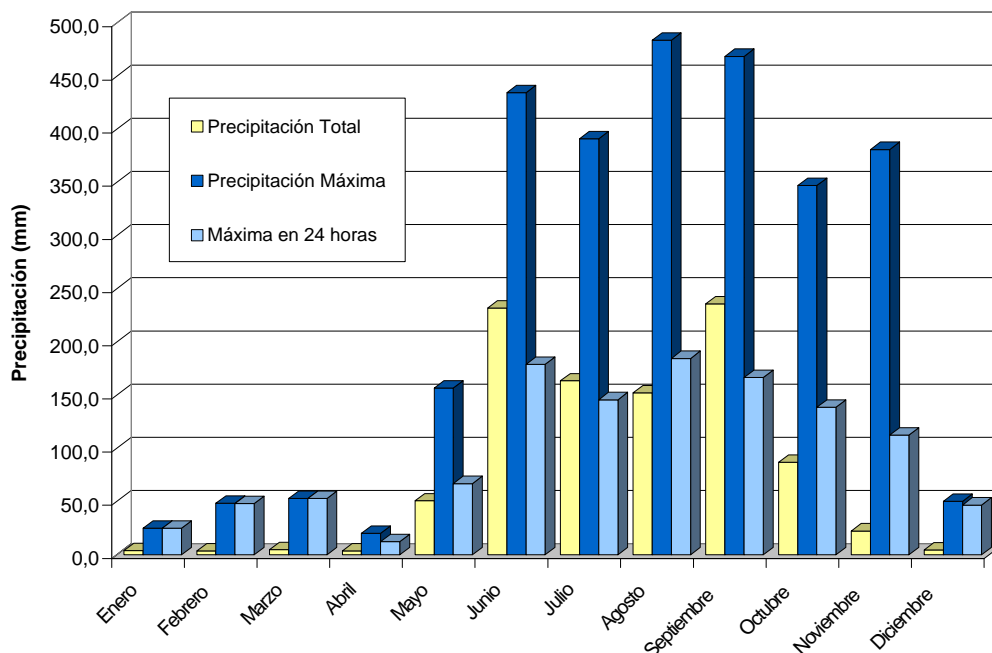


Figura IV.2.1.1-6. Precipitación media y máxima en 24 horas. Unión Hidalgo, Oax. 1941-1970.



**Figura IV.2.1.1-7. Precipitación media y máxima en 24 horas. Chicapa, Oax. 1941-1970.**

La precipitación máxima en un periodo de 24 horas que se ha registrado en la región, ha sido de 184,5 mm en Chicapa, y de 216,5 mm en Unión Hidalgo. En las dos localidades se observa la presencia de la canícula, también llamada sequía intraestival, que es una disminución relativa de la lluvia a la mitad de la temporada lluviosa; en ambos casos con los mayores valores de precipitación en los meses de junio y septiembre, y con una disminución relativa en los meses de julio y agosto (Figuras IV.2.1.1-6 y IV.2.1.1-7).

Finalmente, también es posible observar que las precipitaciones máximas mensuales de los meses más secos del año (de diciembre a abril) corresponden casi por completo a eventos de precipitación máxima en 24 horas, es decir que prácticamente toda la precipitación de los meses más secos puede estar concentrada en un evento lluvioso correspondiente a un solo día.



### Condiciones del cielo diurno

Las condiciones del cielo diurno en Chicapa se presentan en la Figura IV.2.1.1-8. Existe una pequeña diferencia entre las frecuencias de los días nublados, medio nublados y despejados en las dos estaciones. Unión Hidalgo tiene una media de 194,73 días despejados al año, con una mínima que va de 7,85 días en junio, hasta los 22,39 días en marzo; mientras que los días medio nublados y nublados tienen medias anuales de 108,38 y 62,14, respectivamente. Por su parte, Chicapa, tiene una media de 151,15 días despejados al año, que van de los 6,52 en julio a los 19,09 en marzo; con 173,41 días medio nublados y 40,5 días nublados al año (CNA, 1980).

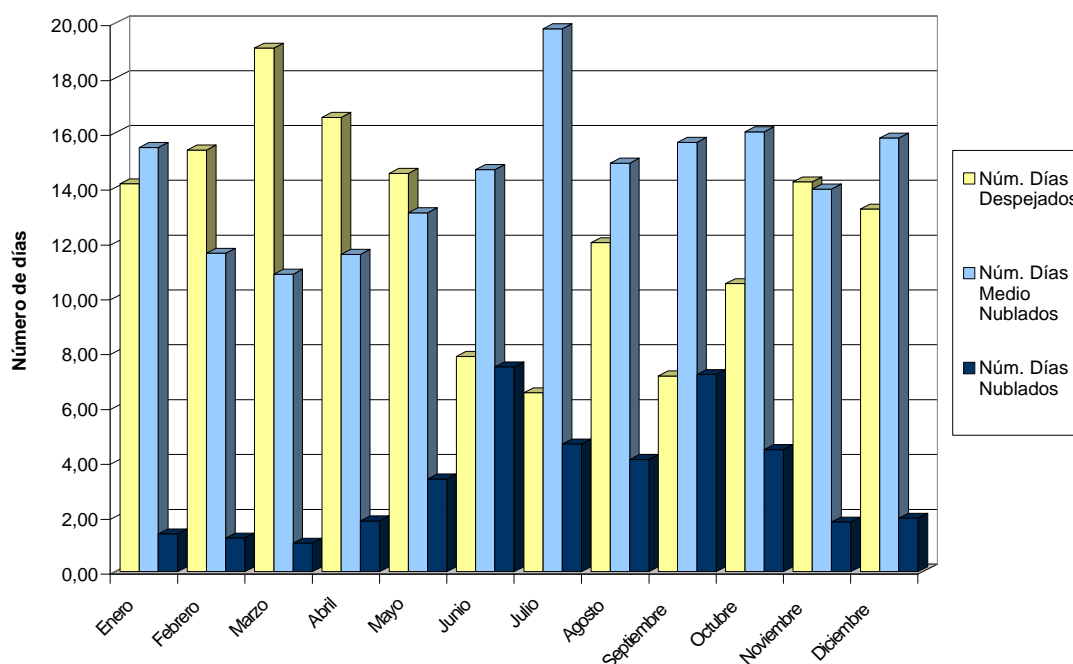


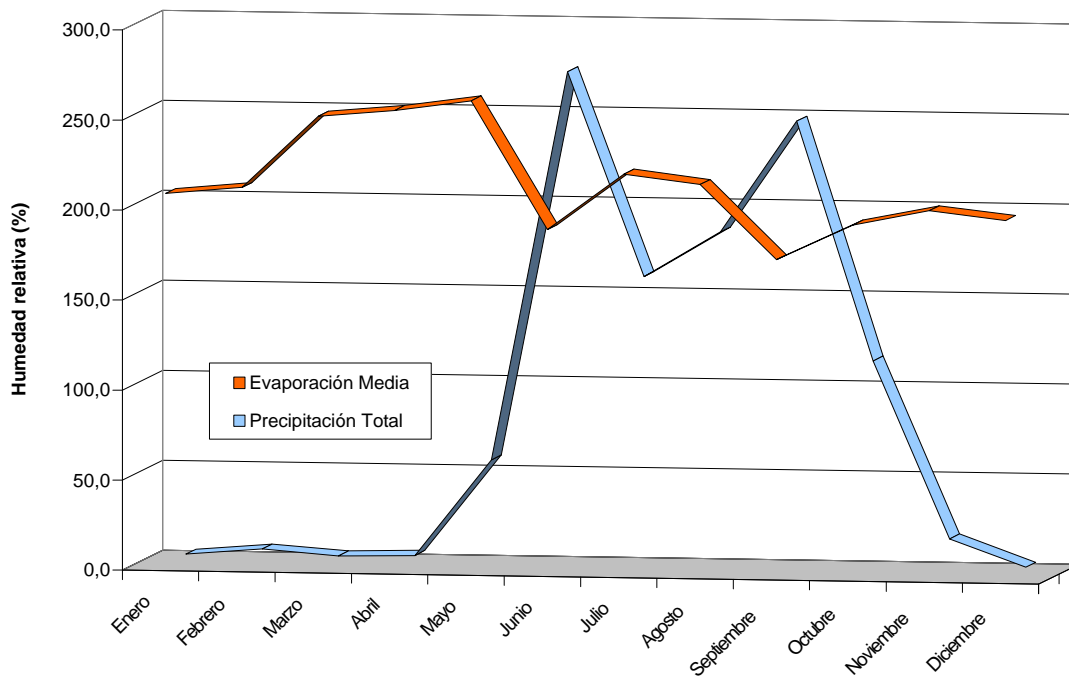
Figura IV.2.1.1-8. Condiciones del Cielo Diurno. Chicapa, Oaxaca. 1941-1970.





## Balance hídrico

Se presenta un balance gráfico simple entre la precipitación y la evaporación en la región, que muestra la condición de subhúmedo del clima de la región, con un comportamiento muy similar en las dos estaciones seleccionadas. En ambos casos es posible observar un decremento importante en la evaporación media durante los meses de máximas precipitaciones, junio y julio, al igual que se observa el incremento relativo de la evaporación media durante la canícula o sequía intraestival, que ocurre en los meses intermedios de la temporada lluviosa, es decir, julio y agosto. En la Figura IV.2.1.1-9 se muestra este balance gráfico simple, correspondiente a la localidad de Unión Hidalgo, Oaxaca (CNA, 1980).



**Figura IV.2.1.1-9. Balance hídrico simple. Unión Hidalgo, Oaxaca. 1941-1970.**



## Vientos

Uno de los factores más importantes en este proyecto es el viento, puesto que es la fuente primaria de energía de los aerogeneradores utilizados en el Proyecto Eólico La Venta II. El comportamiento de los vientos a largo plazo se relaciona no solamente con la capacidad de generación de energía del proyecto, sino también con algunos de los aspectos ambientales del mismo, como son la difusión del ruido generado por los aerogeneradores, o la relación de los patrones de viento con las poblaciones de aves y murciélagos.

El proceso que genera los vientos conocidos como Nortes o Tehuanos en el Istmo de Tehuantepec es razonablemente bien conocido ya que, la República Mexicana es fuertemente afectada durante parte importante del año por frentes fríos que viajan hacia el sur, y la ruta de estos frentes se encuentra limitada por la topografía continental. Cuando los frentes fríos arriban al Golfo de México, son parcialmente obstaculizados y detenidos por las barreras naturales que conforman la Sierra Madre Oriental, el extremo Oriental de la Faja Volcánica Transmexicana y la Sierra Madre de Chiapas. Esta barrera es rota por el denominado Paso Chivela, una estrecha franja de baja altitud, que corre en dirección Norte-Sur entre la Bahía de Campeche y el Golfo de Tehuantepec, y que funciona como un escape del gradiente de alta presión atmosférica normalmente presente en el Golfo de México y el área de baja presión del Golfo de Tehuantepec. En el lado sur del Paso Chivela, los vientos pueden ser tan intensos que pueden alcanzar velocidades de hasta 60 m/s (216 km/h) en las inmediaciones de las poblaciones de La Venta y La Ventosa, Oaxaca, al Norte de la Laguna Superior.

Debido a este alto potencial eólico, los vientos de la región han sido estudiados ampliamente; recientemente, en un esfuerzo conjunto de múltiples empresas, instituciones y dependencias gubernamentales, de México y Estados Unidos, se han generado los Mapas Eólicos Preliminares del Estado de Oaxaca, que brindan información sobre las velocidades de los vientos y de la capacidad de generación de energía eléctrica por medio del viento a 50 m de altura, en ambos casos como promedios anuales y estacionales, para todo el estado de Oaxaca.



En la Figura IV.2.1.1-10 se presenta la densidad de potencia eólica anual en el estado de Oaxaca, a una altura de 50 m sobre el nivel del terreno (CONAE, 2003), donde puede apreciarse que el mayor potencial eólico se concentra alrededor de las Lagunas Superior e Inferior, en el área comprendida en términos generales entre los 16° y los 17° de Latitud Norte, y los 94° y 96° de Longitud Oeste.

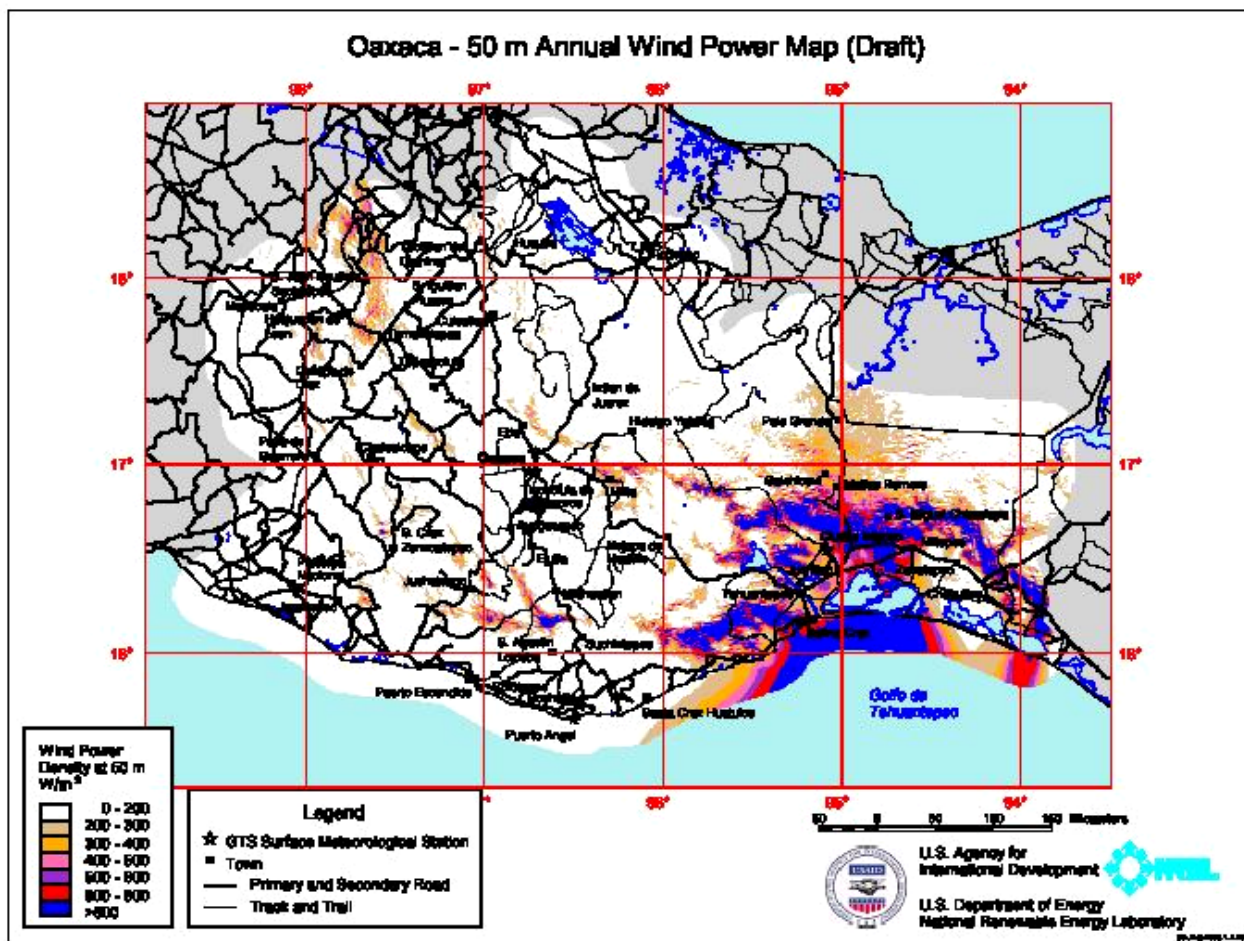


Figura IV.2.1.1-10. Densidad de potencia eólica anual de Oaxaca, a 50 m. (Tomado de CONAE 2003).



En la Figura IV.2.1.1-11 se presenta la velocidad del viento anual del estado de Oaxaca, a una altura de 50 m sobre el nivel del terreno (CONAE, 2003). Nuevamente se aprecia que las mayores velocidades, del orden de los 17,5 m/s como promedio, corresponden al norte y noroeste de las Lagunas Superior e Inferior, particularmente entre los 16° y los 17° de Latitud Norte, y los 94° 30' y 95° 30' de Longitud Oeste. Bajo estas condiciones de flujo de viento, son los factores topográficos los que condicionan el potencial eólico particular de un sitio. En este caso, el área entre las poblaciones de La Venta y La Ventosa se constituye probablemente como el corredor de mayor potencial eólico de México.

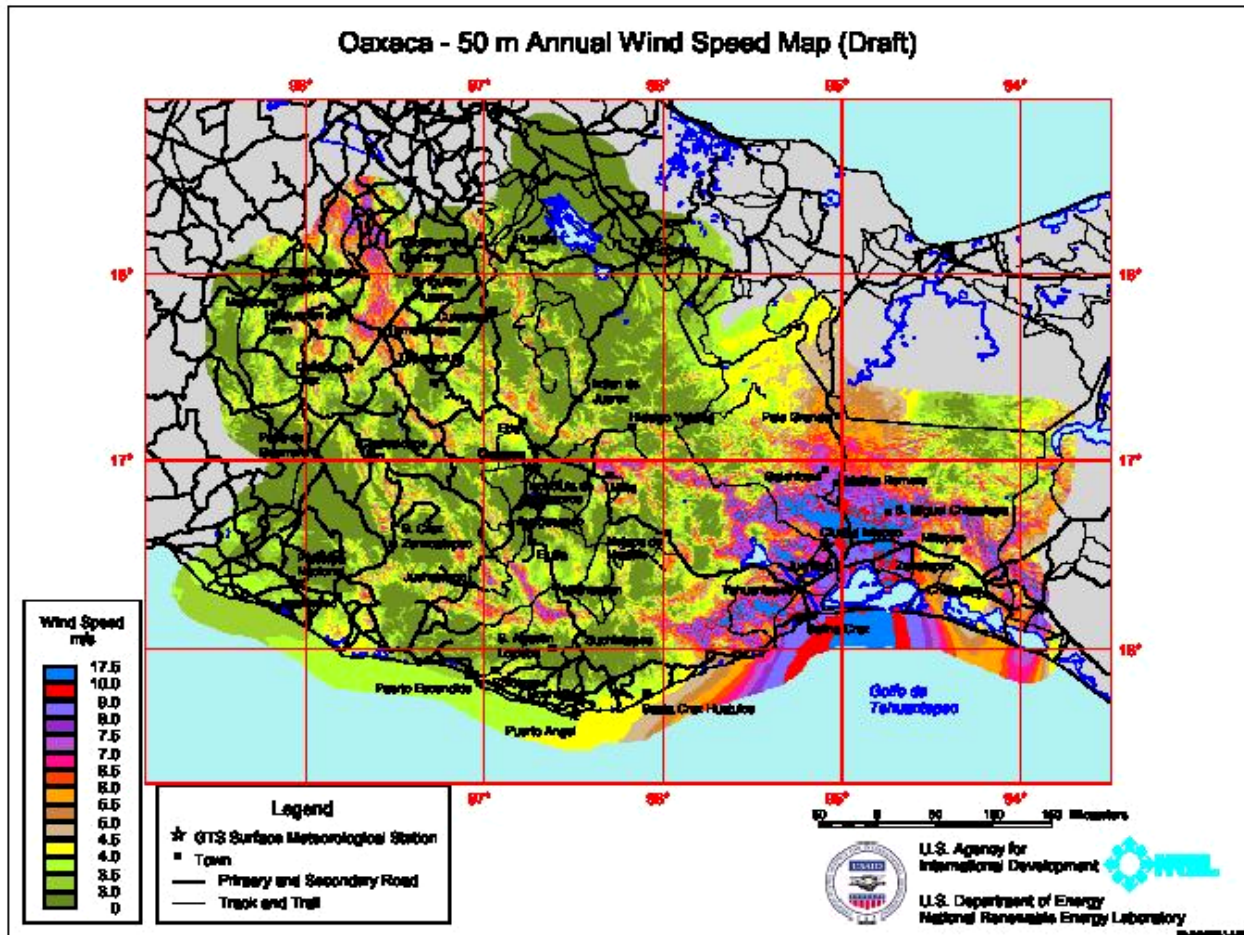
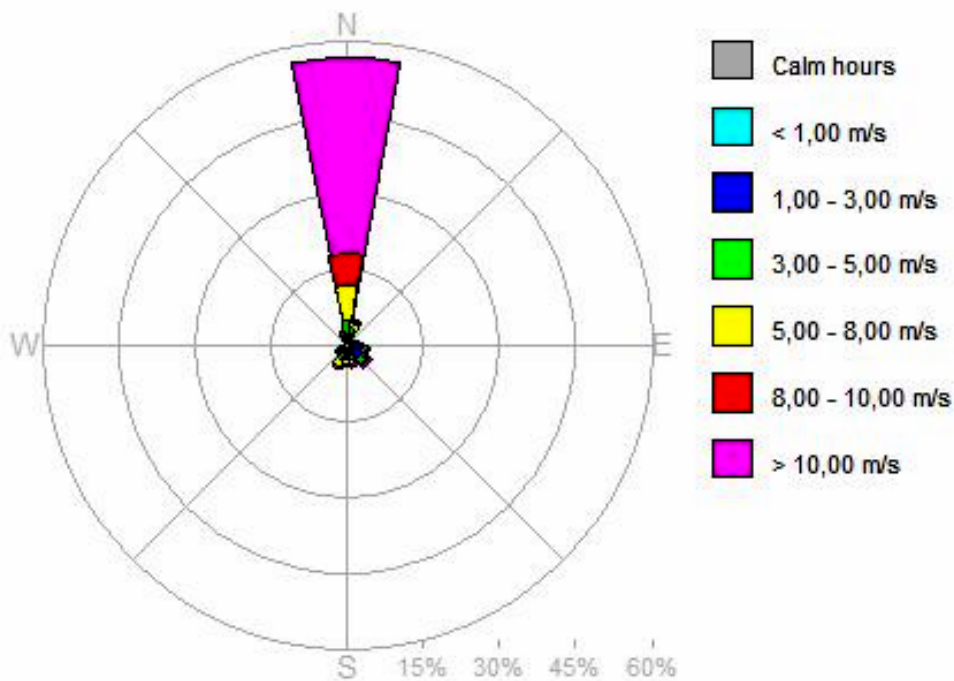


Figura IV.2.1.1-11. Velocidad del viento anual de Oaxaca, a 50 m. (Tomado de CONAE, 2003).



En la figura IV.2.1.1-12 se presenta una gráfica tipo rosa de vientos anual para la localidad de La Venta, integrada a partir de los valores horarios de dirección y velocidad del viento en 1999. Como puede apreciarse, la frecuencia de valores horarios con vientos del norte es la más alta en todos los intervalos de velocidades, con un total del 56,1 % de los registros. Además, se presentan vientos del norte, superiores a los 10 m/s durante el 38,6 % de los registros (CFE, 2003).

Sólo se presentaron 5,5 % de calmas durante el periodo referido, y las frecuencias sumadas de las calmas y los vientos inferiores a 3 m/s sólo alcanzan 26,1 % en ese año. El resto de las frecuencias pueden consultarse en el Cuadro IV.2.1.1-3.



**Figura IV.2.1.1-12. Rosa de vientos anual, Estación La Venta 1999.**



**Cuadro IV.2.1.1-3. Frecuencias de la dirección y velocidad del viento en La Venta, 1999. (CFE, 2003)**

Dirección	Grados	Frecuencia por intervalo de velocidades						Total
		< 1 m/s	1 - 3 m/s	3 - 5 m/s	5 - 8 m/s	8 - 10 m/s	> 10 m/s	
<b>N</b>	<b>0</b>	0,49%	1,38%	2,70%	6,66%	6,29%	38,58%	<b>56,10%</b>
<b>NNE</b>	<b>22,5</b>	0,47%	1,41%	1,45%	0,84%	0,25%	0,75%	<b>5,16%</b>
<b>NE</b>	<b>45</b>	0,36%	0,58%	0,24%	0,06%	0,00%	0,00%	<b>1,24%</b>
<b>ENE</b>	<b>67,5</b>	0,45%	0,47%	0,09%	0,02%	0,00%	0,00%	<b>1,03%</b>
<b>E</b>	<b>90</b>	0,74%	0,93%	0,33%	0,06%	0,00%	0,00%	<b>2,05%</b>
<b>ESE</b>	<b>112,5</b>	0,86%	1,76%	0,93%	0,48%	0,18%	0,01%	<b>4,22%</b>
<b>SE</b>	<b>135</b>	0,73%	2,39%	1,17%	0,28%	0,16%	0,56%	<b>5,28%</b>
<b>SSE</b>	<b>157,5</b>	0,36%	1,35%	1,01%	0,49%	0,00%	1,05%	<b>4,26%</b>
<b>S</b>	<b>180</b>	0,41%	0,95%	1,24%	0,98%	0,03%	0,00%	<b>3,60%</b>
<b>SSW</b>	<b>202,5</b>	0,37%	0,96%	1,70%	1,32%	0,06%	0,23%	<b>4,64%</b>
<b>SW</b>	<b>225</b>	0,40%	0,78%	0,83%	0,64%	0,00%	0,00%	<b>2,64%</b>
<b>WSW</b>	<b>247,5</b>	0,33%	0,61%	0,05%	0,02%	0,00%	0,00%	<b>1,01%</b>
<b>W</b>	<b>270</b>	0,16%	0,10%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	<b>0,28%</b>
<b>WNW</b>	<b>292,5</b>	0,06%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	<b>0,08%</b>
<b>NW</b>	<b>315</b>	0,15%	0,07%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	<b>0,24%</b>
<b>NNW</b>	<b>337,5</b>	0,16%	0,45%	0,30%	0,48%	0,30%	1,01%	<b>2,69%</b>
	<b>Total</b>	<b>6,48%</b>	<b>14,20%</b>	<b>12,07%</b>	<b>12,31%</b>	<b>7,26%</b>	<b>42,18%</b>	<b>94,50%</b>
	<b>Calmas</b>							<b>5,50%</b>

Durante el año analizado no se encontraron diferencias significativas respecto a las direcciones e intensidades del viento entre el día y la noche, pero si es posible observar algunos patrones respecto a algunas estaciones del año. Particularmente en el verano, en que se debilita la presencia de los frentes fríos, hay un ligero incremento en los vientos del suroeste durante el día, y del sureste durante la noche (Figuras IV.2.1.1-13 y IV.2.1.1-14). Por otro lado, sólo se encontró un 0,32 % de vientos superiores a los 25 m/s, que es la velocidad de corte de operación de algunos de los modelos de aerogeneradores de 850 kW.

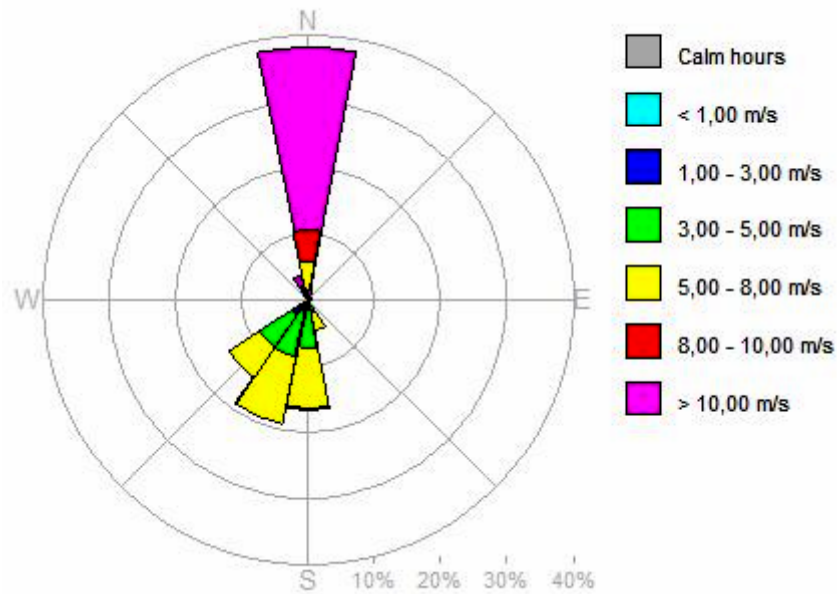


Figura IV.2.1.1-13. Rosa de vientos de verano diurna (1000-1800 locales), La Venta 1999.

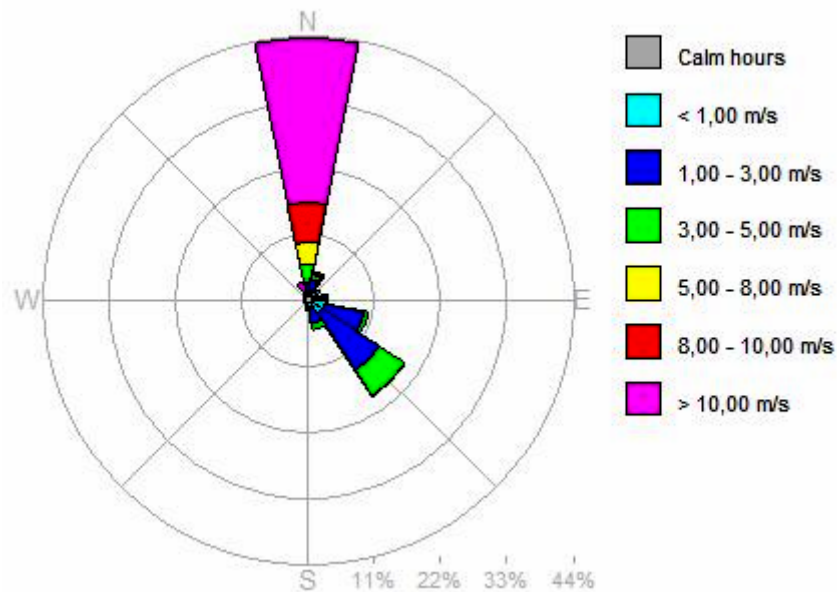


Figura IV.2.1.1-14. Rosa de vientos de verano nocturna (2200-0600 locales), La Venta 1999.



## Eventos extremos

El término genérico *Ciclón* se usa para designar una inestabilidad atmosférica asociada a un área de baja presión, que propicia vientos convergentes en superficie, que fluyen en sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte. Se origina sobre aguas tropicales o subtropicales y se clasifica por la intensidad de sus vientos en depresión tropical, tormenta tropical y huracán.

El Golfo de Tehuantepec es una de las regiones generadoras de ciclones tropicales que afectan a México. Se activa generalmente durante la última semana de mayo. Las perturbaciones atmosféricas que surgen en esta época tienden a viajar hacia el oeste, alejándose del estado de Oaxaca y del país; los eventos generados a partir del mes de julio, describen una parábola paralela a la costa del Pacífico y a veces llegan a penetrar a tierra, en diferentes puntos de la costa del Pacífico y del Golfo de California (Coplade-Oaxaca, 2003).

Sin embargo, y no obstante su cercanía con esta región ciclogénica, la entrada de ciclones a la entidad no es muy frecuente (aunque incrementan la cantidad de lluvia recibida en la costa del Istmo). Lo más común es que estos fenómenos se desplacen rápidamente hacia el este y el noroeste inmediatamente después de formarse o mientras se consolidan. Por esta razón, Jáuregui (1992), considera que la entidad presenta una intensidad moderada en la frecuencia de ciclones tropicales. En las Figuras IV.2.1.1-15 y IV.2.1.1-16, se presentan las trayectorias de los ciclones tropicales de la región Pacífico Este, de los años 2001 y 2002 (Unisys, 2003).

Los últimos dos eventos con trayectoria directa sobre el área específica del Proyecto, entre las poblaciones de Salina Cruz y la región de las Lagunas Superior, Inferior y Mar Muerto, han sido el Huracán Rick (categoría 1) en 1997 y la Tormenta Tropical Rosa, en 2000. Se muestran las trayectorias en las Figuras IV.2.1.1-17, IV.2.1.1-18 y en los Cuadros IV.2.1.1-4, IV.2.1.1-5. A pesar de la relativamente baja frecuencia de ciclones tropicales, los datos de los últimos años indican que los que llegan a entrar en territorio del estado de Oaxaca pueden generar situaciones de desastre, por lo mismo, se deben tomar en cuenta para el ordenamiento territorial de la costa.



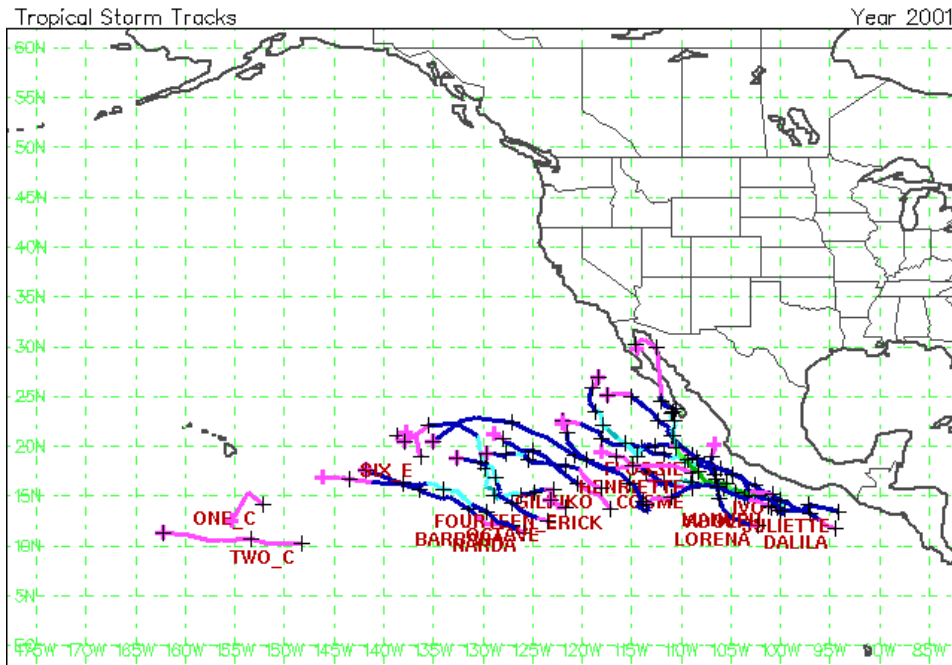


Figura IV.2.1.1-15. Trayectorias de tormentas tropicales del 2001, Pacífico Este. (Tomado de Unisys, 2003).

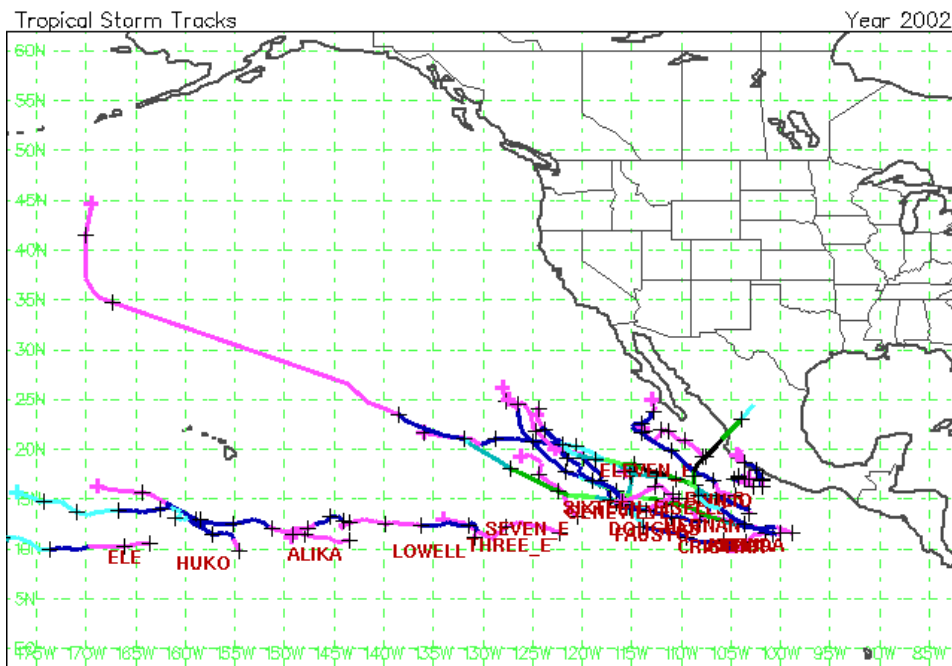
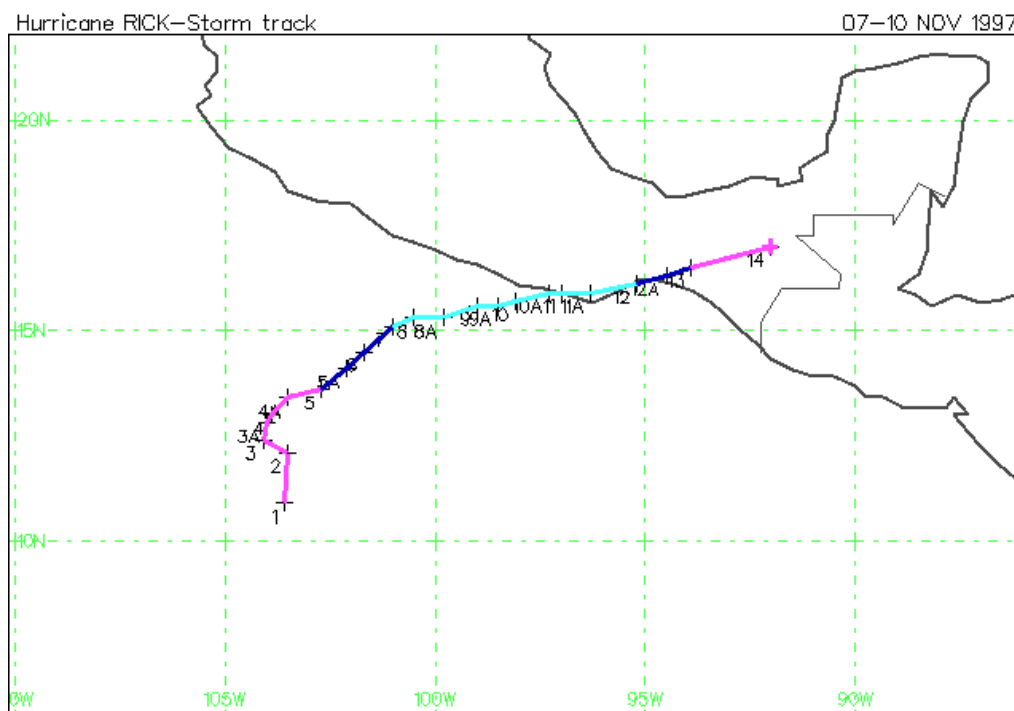


Figura IV.2.1.1-16. Trayectorias de tormentas tropicales del 2002, Pacífico Este. (Tomado de Unisys, 2003).



**Cuadro IV.2.1.1-4. Trayectoria del Huracán Rick, 7-10 noviembre 1997. (Tomado de Unisys, 2003)**

ADV	LAT	LON	TIME	KM/H	PR	STAT
1	10.90	-103.60	11/07/21Z	55,6	1006	Depresión Tropical
2	12.10	-103.50	11/08/03Z	55,6	1006	Depresión Tropical
3	12.40	-104.10	11/08/09Z	55,6	1006	Depresión Tropical
3A	12.80	-104.00	11/08/12Z	55,6	1006	Depresión Tropical
4	13.00	-103.90	11/08/15Z	55,6	1004	Depresión Tropical
4A	13.40	-103.50	11/08/18Z	55,6	-	Depresión Tropical
5	13.60	-102.70	11/08/21Z	64,9	1003	Tormenta Tropical
5A	14.10	-102.10	11/09/00Z	64,9	1002	Tormenta Tropical
6	14.50	-101.70	11/09/03Z	101,9	996	Tormenta Tropical
7	15.10	-101.00	11/09/06Z	120,5	987	Huracán 1
8	15.30	-100.50	11/09/09Z	129,7	984	Huracán 1
8A	15.30	-99.80	11/09/12Z	129,7	984	Huracán 1
9	15.60	-99.00	11/09/15Z	139,0	980	Huracán 1
9A	15.60	-98.50	11/09/18Z	139,0	980	Huracán 1
10	15.70	-98.10	11/09/21Z	139,0	980	Huracán 1
10A	15.90	-97.30	11/10/00Z	139,0	980	Huracán 1
11	15.90	-97.00	11/10/03Z	120,5	980	Huracán 1
11A	15.90	-96.30	11/10/06Z	120,5	980	Huracán 1
12	16.10	-95.20	11/10/09Z	101,9	990	Tormenta Tropical
12A	16.30	-94.50	11/10/12Z	92,7	994	Tormenta Tropical
13	16.50	-93.90	11/10/15Z	55,6	1004	Depresión Tropical
14	17.00	-92.00	11/10/21Z	46,3	1010	Depresión Tropical

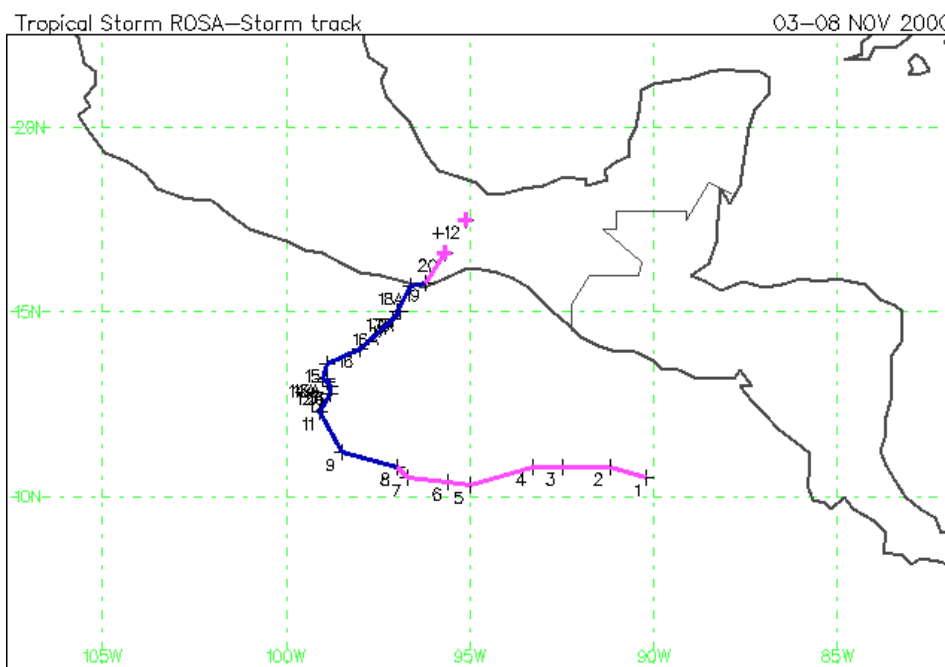


**Figura IV.2.1.1-17. Trayectoria del Huracán Rick, 7-10 noviembre 1997. (Tomado de Unisys, 2003).**



**Cuadro IV.2.1.1-5. Trayectoria de la Tormenta Tropical Rosa, 3-8 noviembre 2000. (Unisys, 2003).**

ADV	LAT	LON	TIME	KM/H	PR	STAT
1	10.50	-90.20	11/03/21Z	46,3	1005	Depresión Tropical
1	10.50	-90.20	11/03/21Z	46,3	1005	Depresión Tropical
2	10.80	-91.20	11/04/03Z	55,6	1002	Depresión Tropical
1	10.50	-90.20	11/03/21Z	46,3	1005	Depresión Tropical
1	10.50	-90.20	11/03/21Z	46,3	1005	Depresión Tropical
2	10.80	-91.20	11/04/03Z	55,6	1002	Depresión Tropical
3	10.80	-92.50	11/04/09Z	55,6	1002	Depresión Tropical
4	10.80	-93.30	11/04/15Z	55,6	1003	Depresión Tropical
5	10.30	-95.00	11/04/21Z	55,6	1003	Depresión Tropical
6	10.40	-95.60	11/05/03Z	55,6	1003	Depresión Tropical
7	10.50	-96.70	11/05/09Z	55,6	1003	Depresión Tropical
8	10.80	-97.00	11/05/12Z	64,9	-	Tormenta Tropical
9	11.20	-98.50	11/05/21Z	74,1	1001	Tormenta Tropical
11	12.30	-99.10	11/06/09Z	101,9	994	Tormenta Tropical
12	12.80	-98.80	11/06/15Z	101,9	994	Tormenta Tropical
12A	13.00	-98.80	11/06/18Z	101,9	994	Tormenta Tropical
13	13.00	-98.80	11/06/18Z	101,9	-	Tormenta Tropical
13A	13.20	-98.90	11/07/00Z	101,9	993	Tormenta Tropical
14	13.10	-98.90	11/07/00Z	101,9	-	Tormenta Tropical
14A	13.20	-99.00	11/07/06Z	101,9	993	Tormenta Tropical
15	13.60	-98.90	11/07/09Z	92,7	997	Tormenta Tropical
16	14.00	-98.00	11/07/15Z	92,7	997	Tormenta Tropical
16A	14.60	-97.30	11/07/18Z	92,7	1000	Tormenta Tropical
17	14.80	-97.10	11/07/21Z	92,7	1000	Tormenta Tropical
17A	15.00	-96.90	11/08/00Z	92,7	1000	Tormenta Tropical
18	15.00	-97.00	11/08/00Z	83,4	-	Tormenta Tropical
18A	15.70	-96.60	11/08/06Z	74,1	1001	Tormenta Tropical
19	15.80	-96.20	11/08/06Z	55,6	-	Depresión Tropical
20	16.60	-95.70	11/08/15Z	46,3	1004	Depresión Tropical
12	17.50	-95.10	11/09/00Z	37,1	-	Depresión Tropical

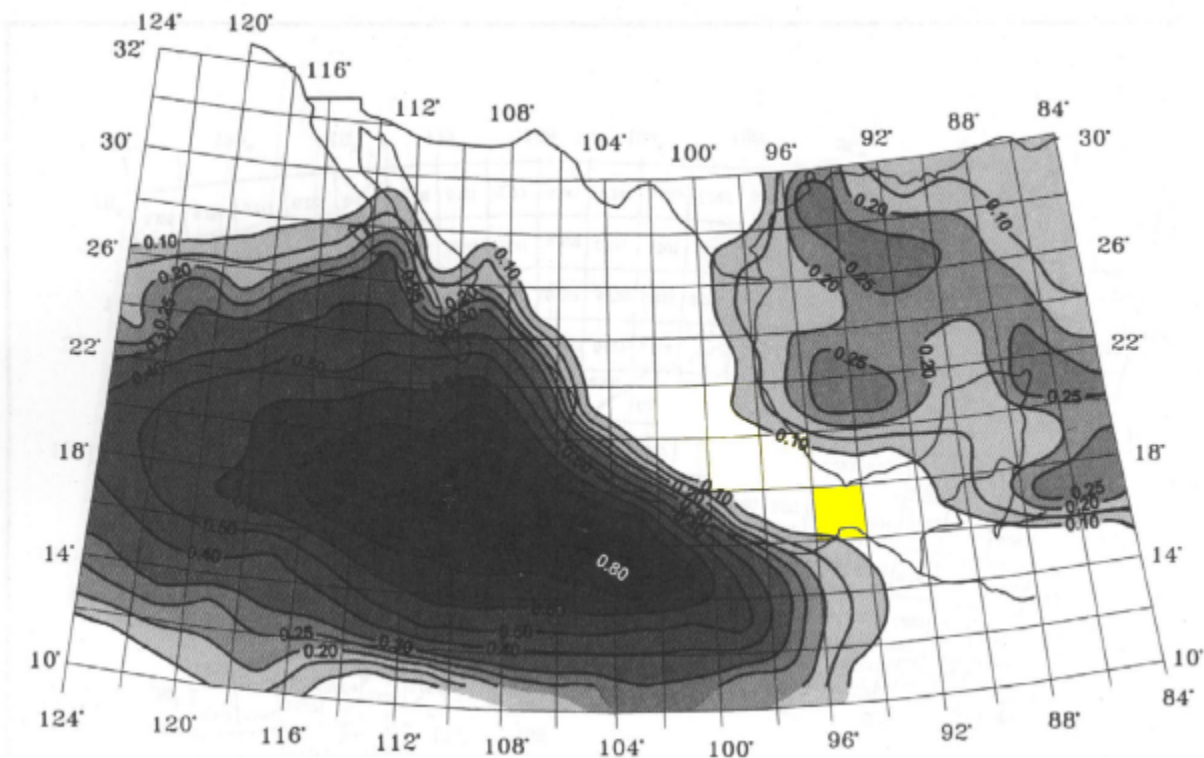


**Figura IV.2.1.1-18. Trayectoria de la Tormenta Tropical Rosa, 3-8 noviembre 2000. (Unisys, 2003).**



### *Probabilidad de afectación por ciclones tropicales*

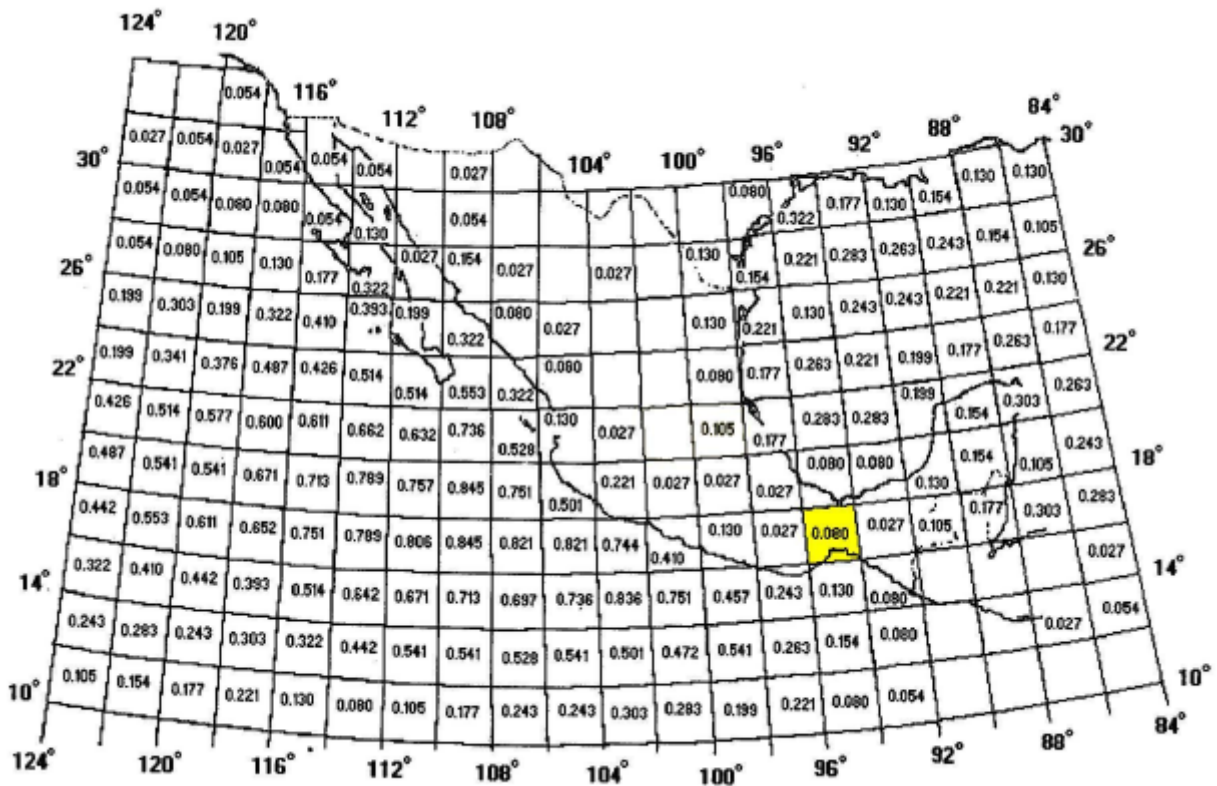
En un estudio realizado para el CENAPRED, sobre la probabilidad de presentación de ciclones tropicales en la República Mexicana, Fuentes y Vázquez (1997) calcularon las probabilidades de presentación de los mismos, en cuadrantes de 2° x 2° de latitud y longitud. En el caso de la ubicación del P.E. La Venta II, el cuadrante que se sobrepone al proyecto abarca de los 94° a los 96° de longitud oeste y de los 16° a los 18° de latitud norte (Figura IV.2.1.1-19 y IV.2.1.1-20, cuadrantes marcados en amarillo). La probabilidad de que se presente un ciclón tropical de cualquier categoría en un año dado en esa región es de 0,080, mientras que la probabilidad de que la región sea afectada por una perturbación tropical que alcance la categoría de tormenta tropical (con presión central entre 985,1 y 1004 mb, y vientos entre 62,1 y 118 km/h) es de 0,043, y de 0,037 la de que ingrese al área una perturbación con categoría de huracán (con presión central menor a los 985 mb, con vientos superiores a los 118,1 km/h).



**Figura IV.2.1.1-19. Isótopos de probabilidad de presentación de uno o más ciclones en un año. El área de estudio se ubica en el cuadrante marcado (tomado de Fuentes y Vázquez, 1997).**



Estas probabilidades pueden ser consideradas como relativamente bajas, por lo que el riesgo de afectación directa por un ciclón tropical es intermedio-bajo, en relación con otras regiones de México (esto puede compararse con otros cuadrantes de la Figura IV.2.1.1-20); de hecho, en los 35 años considerados por el estudio, correspondiente al periodo 1960-1995, en la región sólo se presentaron tres eventos, todos con categoría de tormenta tropical (Fuentes y Vázquez, 1997).



**Figura IV.2.1.1-20. Probabilidades de presentación por cuadrante de uno o más ciclones en un año. El área de estudio se ubica en el cuadrante marcados (tomado de Fuentes y Vázquez, 1997).**



## Aire

No se cuenta con información sobre monitoreos de la calidad del aire a largo plazo en esta porción del Istmo de Tehuantepec, aunque es de esperarse que la calidad del aire en los alrededores del P.E. La Venta II sea buena, ya que no existen altas densidades de instalaciones industriales, y aunque hay un tránsito constante de vehículos automotores, los propios vientos de la región constituyen buenos difusores de contaminantes atmosféricos. El arrastre de partículas suspendidas por los vientos es relativamente reducido, gracias a la cobertura vegetal de la región.

Por la naturaleza del proyecto, no se considera necesario desarrollar más ampliamente los aspectos de calidad del aire en la región, ya que solamente se presentarán afectaciones mínimas al mismo durante la etapa de construcción del P.E. La Venta II, por las emisiones de óxidos de carbono y partículas suspendidas de los vehículos involucrados en las obras del proyecto.



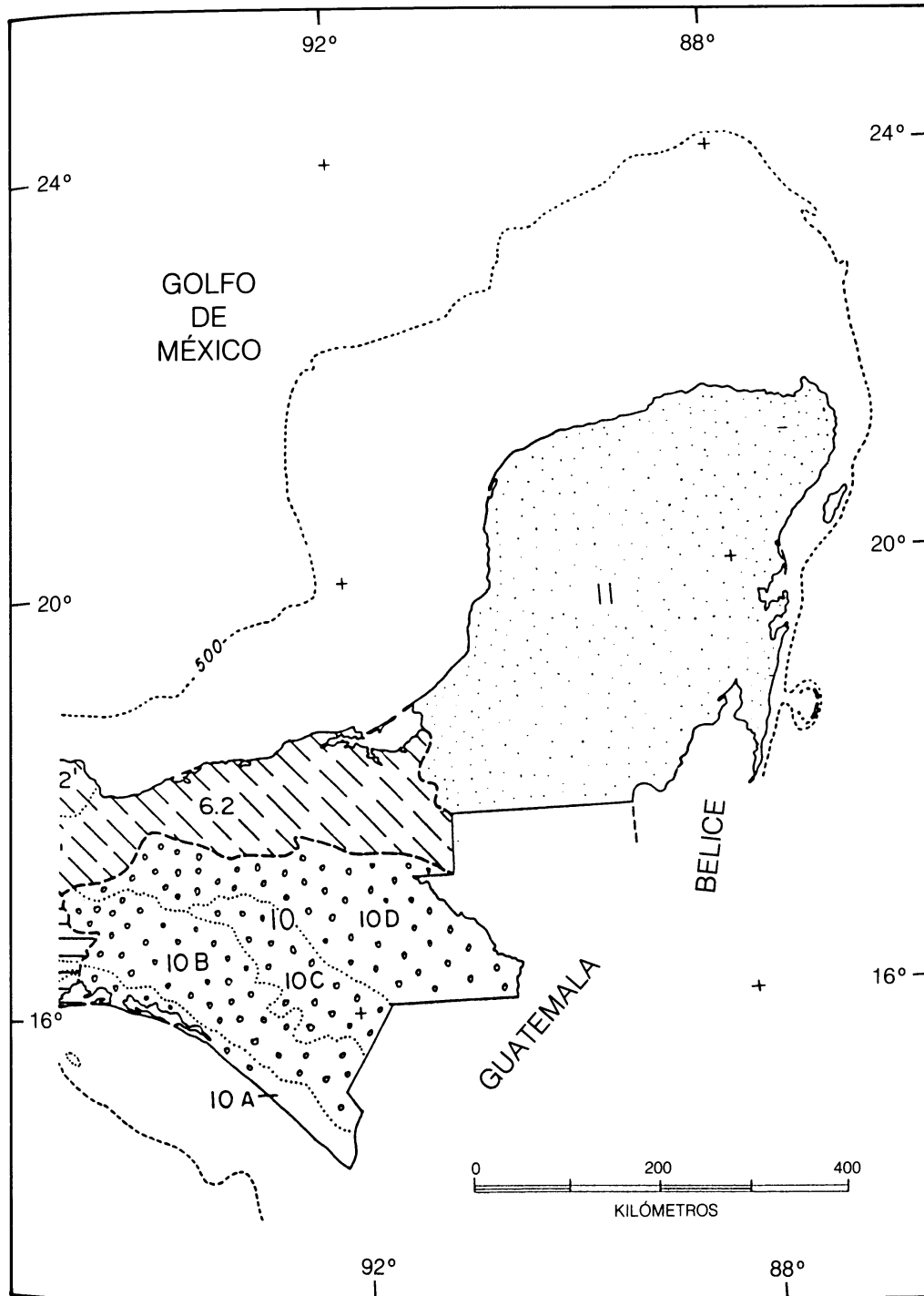
### IV.2.1.2 Geología y Geomorfología

#### *Fisiografía*

El Proyecto Eólico (P.E.) La Venta II, en el estado de Oaxaca, se ubica en la Provincia Morfotectónica de la Sierra Madre de Chiapas, entre las Subprovincias de las Cordilleras de la Sierra Madre y de la Planicie Costera del Pacífico, y muy cerca del límite oriental de la Provincia de la Sierra Madre del Sur, como puede apreciarse en la Figura IV.2.1.2-1 (Ferrusquía, 1998). Esta ubicación corresponde a la Provincia de la Cordillera Centroamericana y a la Subprovincia de las Sierras del Sur de Chiapas de INEGI.

La Sierra Madre de Chiapas se localiza en el sureste de México, entre los paralelos 14° 30' – 17° 40' de latitud Norte y los meridianos 90° 30' – 95° 00' de longitud Oeste. Incluye el área ístmica de Oaxaca y Tabasco al Este del Meridiano 95° (excluyendo la porción de la Planicie Costera), así como la mayor parte del estado de Chiapas. La forma de esta provincia es aproximadamente rectangular y se encuentra dispuesta geográficamente en dirección Noroeste-Sureste. Tiene una longitud de 360 km en dirección Este-Oeste y amplitud máxima de 340 km en dirección Norte-Sur, con un área aproximada de 105 400 km<sup>2</sup> (cerca del 5,35 % del territorio nacional). La altitud de la Sierra Madre de Chiapas fluctúa entre 0 y 2500 msnm, aunque el 60% yace entre los 200 y los 1000 msnm.

La Subprovincia de las Cordilleras de la Sierra Madre forma una angosta faja que bordea a la Planicie Costera del Pacífico, cuyas cordilleras incluyen mesetas y cuestras de 200 a 1000 msnm, así como sierras discontinuas, más elevadas (1000-2000 msnm) situadas hacia el lado del Pacífico. Las cuestras adyacentes son estrechas en este lado, mientras que en el opuesto se ensanchan y unen gradualmente con la vertiente sur de la Depresión Central. Una serie de ríos, afluentes del Río Grande de Chiapa, cortan transversalmente a esta Subprovincia (en sentido Noreste-Suroeste), formando “bloques” separados por profundas cañadas.



**Figura IV.2.1.2-1. Provincia Morfotectónica de la Sierra Madre de Chiapas (10), Subprovincia de la Planicie Costera del Pacífico (10A) y Subprovincia de las Cordilleras de la Sierra Madre (10B) y regiones adyacentes. Tomado de Ferrusquía (1998).**





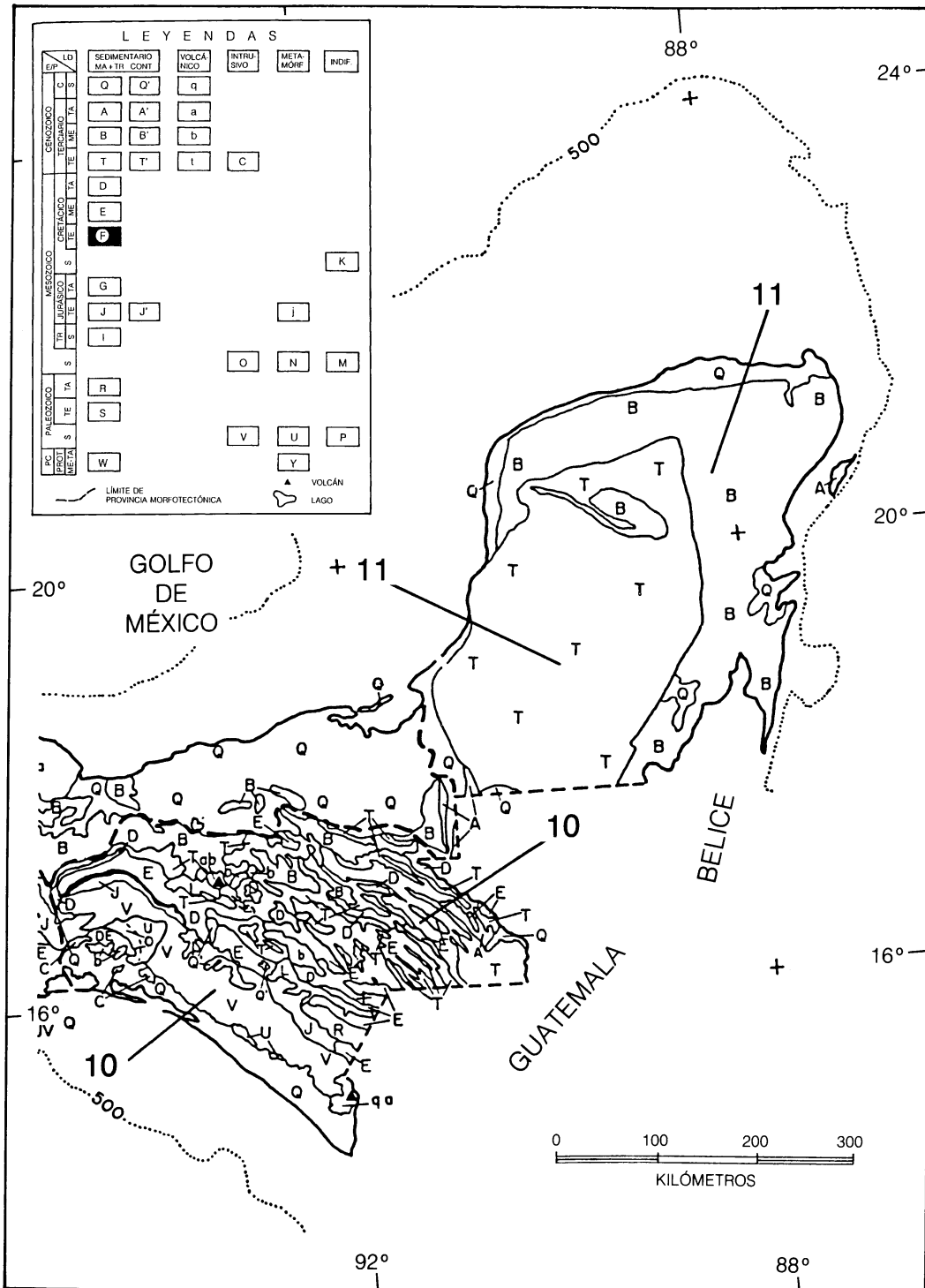
La Subprovincia de la Planicie Costera del Pacífico es una estrecha faja delimitada por la línea costera y la cota de los 200 msnm, es más angosta entre Tonalá y La Tigresa, y se ensancha en ambos extremos. La línea costera del Istmo de Tehuantepec es compleja y contiene los sistemas lagunares-estuarinos de las Lagunas Superior, Inferior y Mar Muerto, que están casi totalmente separadas del mar por barras de arena, aunque también existen áreas con costas rectas y ríos que desembocan sin formar Deltas. La plataforma continental adyacente es moderadamente amplia, con una anchura cercana al tercio del total subprovincial (Mapa IV.2).

### ***Geología***

*Subprovincia de las Cordilleras de la Sierra Madre.* Su geología es compleja, e incluye un gran núcleo, casi continuo, de rocas cristalinas (metamórficas y plutónicas) del Paleozoico y probablemente del Precámbrico, designados comúnmente como Macizo de Chiapas. Este se encuentra parcialmente cubierto en sus extremos noroccidental y suroriental por secuencias moderadamente gruesas de cuerpos de rocas sedimentarias continentales, posiblemente del Jurásico Temprano (Figura IV.2.1.2-2).

El Macizo de Chiapas está compuesto principalmente por plutones graníticos, granodioríticos y dioríticos que intrusionaron a cuerpos metamórficos de mayor antigüedad. En la región ístmica hay tres pequeños cuerpos de micaesquistos y gneis, al parecer del Paleozoico, de los cuales el más oriental se encuentra en contacto con un cuerpo gnéisico de tamaño medio y edad precámbrica. Los plutones han dado edades que varían desde el Proterozoico al Cretácico, pero la opinión actual favorece a una edad Paleozoica Tardía para la mayor parte del Macizo.

La Formación Todos Santos del Jurásico Temprano y sus equivalentes constituyen las unidades mesozoicas de mayor antigüedad, y están constituidas por filarenitas rojas continentales, no fosilíferas, que yacen discordantemente sobre el Macizo. Las unidades Jurásicas están plegadas formando estructuras abiertas o bloques homoclinales, ambos afectados fuertemente por fallas, especialmente en la región del Istmo.

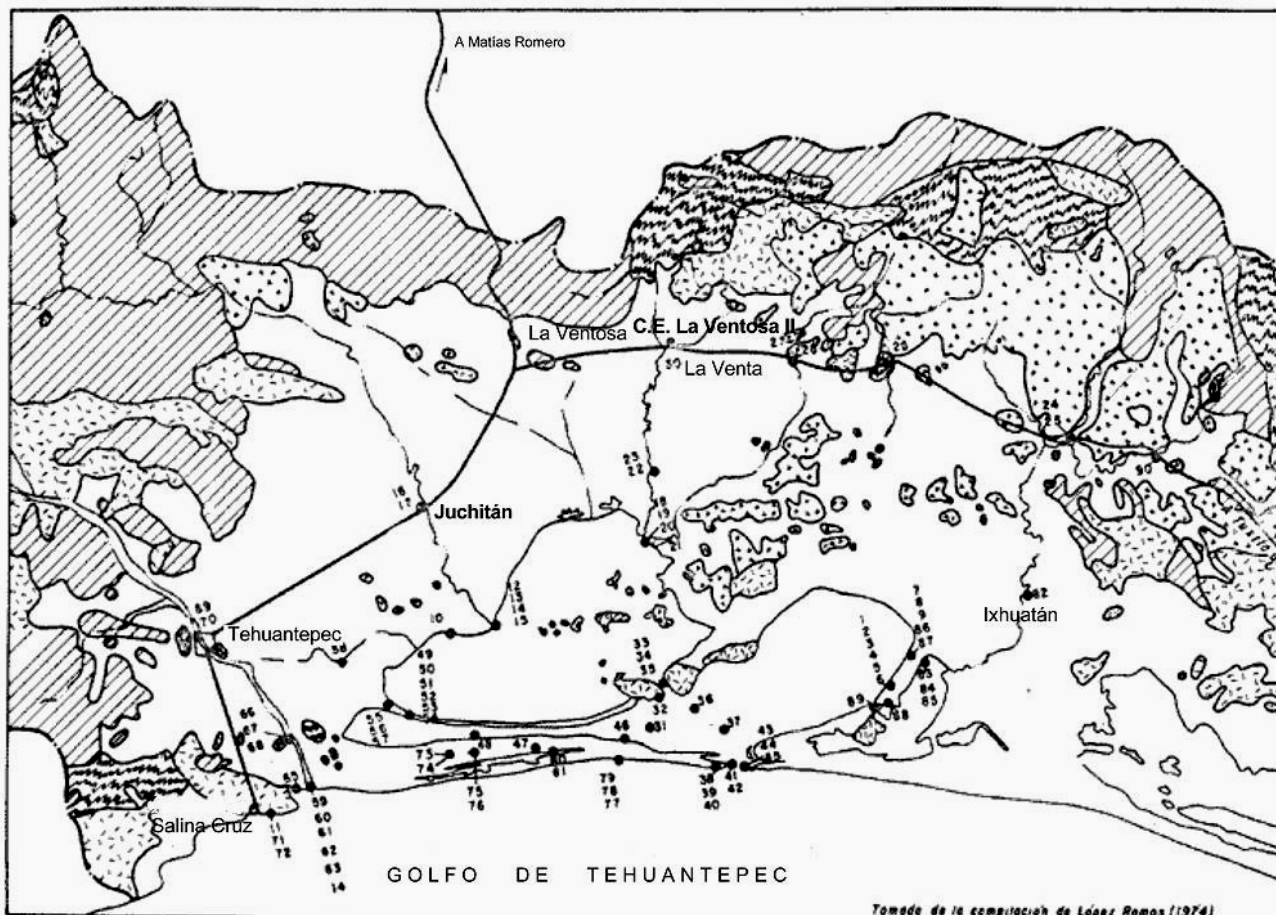


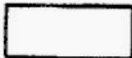


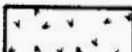
Los cuerpos cretácicos del área del Istmo yacen discordantemente sobre el Macizo o sobre las unidades jurásicas tempranas, y están constituidos por sedimentos clásticos marinos de grano fino y calizas micríticas del Cretácico Medio a Tardío, deformadas en pliegues apretados y afallados en estructuras arqueadas de rumbo Este-Oeste. Algunos de estos cuerpos están intrusionados por pequeños plutones graníticos del Cenozoico Temprano. Existen cuerpos piroclásticos-silícicos-cenozoicos medios en las porciones ístmica y suroriental del Macizo. Los del Istmo están deformados en cordones de bloques homoclinales basculados hacia el norte. También están afallados e intrusionados por cuerpos subvolcánicos e hipobasales, dioríticos a doleríticos. La constitución geológica de esta Subprovincia se completa con depósitos fluviales del Cenozoico Tardío, localizados principalmente en las cuencas de los Ríos Cintalapa y Santo Domingo.


*Planicie Costera del Pacífico.* Una gran parte del segmento chiapaneco de esta Subprovincia consiste en depósitos cuaternarios de playa y fluviales. El segmento ístmico (entre Juchitán y Arriaga) muestra mayor complejidad debido a que los sedimentos cuaternarios están puntuados por pequeños cuerpos líticos poco elevados, de edad y composición diversa. El más antiguo se encuentra justo al noroeste de Acuites y está formado por filita y esquisto, aparentemente de edad paleozoica, y se encuentra flanqueado por otros pequeños plutones granitoides del Cenozoico Temprano (otros más pequeños aún rodean a las lagunas Superior e Inferior). Otros cuerpos aislados, de caliza cretácica y de vulcanitas cenozoicas tardías, completan la constitución geológica de esta Subprovincia.

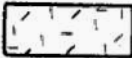
Según Carranza-Edwards (1980) el área específica en que se proyecta instalar el P.E. La Venta II, es una llanura aluvial del Pleistoceno y Reciente, limitada al noroeste por el Cerro Peña, que constituye el límite nororiental de la Sierra Tolistoque: una estructura de rocas sedimentarias, principalmente del Cretácico; al norte se encuentra un afloramiento de rocas metamórficas del cretácico, paleozoico y posiblemente del precámbrico; al noreste se encuentra una estructura intrusiva (Cerro Palo Blanco) del Terciario y Mesozoico. Al sur queda delimitada por el sistema lagunar deltaico de las Lagunas Superior e Inferior (Figura IV.2.1.2-3).

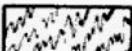


 PLEISTOCENO Y RECIENTE: aluvión, suelos, piamonte, depósitos lacustres, caliche, travertino, terrazas marinas, gravas y arenas de playa.

 ROCAS VOLCANICAS: Terciario (Cvs, lge): principalmente andesitas, algunas riolitas y dacitas.

 ROCAS SEDIMENTARIAS: Terciario continental (Tc): depósitos fluviales y lacustres, conglomerados, areniscas y arcillas arenosas. Eoceno (Ecb): conglomerado continental. Cretácico Superior (Ks): calizas arrecifales y con pedernal negro, sedimentos arcillo-calcáreos y arcillo-margosos. Cretácico Medio (Km): calizas. Cretácico Inferior (Ki): lutitas negras, margas, areniscas y calizas oscuras y negras con pedernal. Cretácico indiferenciado (K). Trásico-Jurásico (Tr - J).

 ROCAS INTRUSIVAS: Terciario (lgi): lacolitos, troncos y diquestratos de composición dacítica y en menor proporción andesítica y riolítica. Mesozoico (Mi): granitos y rocas verdes. Paleozoico (Gr): granitos.

 ROCAS METAMORFICAS: Cretácico (Esq(K)): esquistos. Precámbrico (PC, CB): esquistos y gneisses.

**Figura IV.2.1.2-3. Plano geológico sintetizado de la región de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca. (Tomado de Carranza-Edwards, 1980).**



Según INEGI (1984), el área del P.E. La Venta II corresponde a una llanura aluvial del Cuaternario, con depósitos arcillo-arenosos y arcillo-limosos, limitados al noroeste por el Cordón La Cordillera (Sierra Tolistoque en otras referencias), que es clasificada como una estructura sedimentaria caliza con variación a caliza arcillosa, con algunos delgados estratos de lutitas, intensamente fracturadas, del Cretácico Inferior. El echado de los estratos en ésta área generalmente tiende al suroeste, con inclinación media aproximada de 35°. Por la naturaleza del suelo aluvial, no se registran fracturas y fallas en el terreno del proyecto.

Al norte del predio se encuentra una secuencia metasedimentaria del Cretácico, en la cual el protolito lo constituyen rocas sedimentarias afectadas por metamorfismo de tipo regional de bajo grado, destacándose principalmente filitas y esquistos. La unidad sobreyace aparentemente en forma discordante a rocas calcáreas del Cretácico Medio, aunque podría tratarse de un contacto tectónico. Probablemente su metamorfismo se deba a los esfuerzos provocados por la Orogenia Laramide, en los que actuaron de contrafuerte los cuerpos intrusivos graníticos.

Al noreste del predio se encuentra un afloramiento de rocas ígneas extrusivas, principalmente riodacitas y andesitas. Estas últimas se presentan muy cerca del límite noreste del predio del P.E. La Venta II, y poseen textura porfídica, con cristales de plagioclasa sódica, biotita hepatizada, anfíboles, lamprobolita y piroxenos en una matriz vítrea.

Finalmente, dentro de los materiales sedimentarios al suroeste del predio del P.E. La Venta II, se encuentran algunas unidades aisladas de calizas del Paleoceno de origen continental que parecen ser, por su aspecto, de agua dulce o estuarina. Su color varía del blanco a crema, contiene lentes y bandeamiento de calcilutitas, calcarenitas y arenas; es muy porosa y cuenta con abundantes cavernas de disolución, comúnmente rellenas por conglomerados, margas, arenas, arcilla y por mineral de hierro, con bandeamiento de travertino, tufas y pedernal (INEGI, 1984).



## **Presencia de fallas y fracturamientos**

En la zona de estudio el marco tectónico actual es resultado de la interacción entre la Placa Americana y la Placa de Cocos, esta última pudo originarse hace unos 25 millones de años y penetra bajo la Placa Americana con dirección NNE y a una velocidad aproximada de 8 cm/año, produciendo numerosos sismos con profundidad focal frecuentemente menor a los 60 km. Se han detectado levantamientos de la corteza, mediante observaciones mareográficas en Puerto Ángel, Oaxaca y Acapulco, Guerrero. Dichos levantamientos se asocian con la ocurrencia de sismos (Carranza-Edwards, 1980).

La región es de gran complejidad estructural como se aprecia en la Figura IV.2.1.2-4, donde aparecen los lineamientos tomados de la interpretación de la tectónica mexicana de Guerra-Peña (1976), citada en Carranza-Edwards (1980), que en parte sirvieron de apoyo para unir sismos que podrían definir zonas de fallas.

Es posible que el marco tectónico influya directamente en el curso de los ríos que desembocan en la planicie costera, cuya dirección varía de NW-SE a NE-SW, desde el Río Tehuantepec hasta el Río Ostuta. Esto podría relacionarse con variaciones en el echado de la Placa de Cocos el cual se incrementa hacia el este, como se deduce fisiográficamente a partir de la batimetría elaborada por Fisher (1961).

La Cordillera de Tehuantepec representa el límite noroeste de la cuenca de Guatemala y es una cordillera de actividad sísmica ocasional, lo que podría explicar un comportamiento diferencial de la Placa de Cocos a partir de esa cordillera, ligándose entonces con una plataforma y una llanura costera más amplia al Este de Puerto Ángel, Oaxaca que hacia el Oeste. Se ha encontrado un vector de alta velocidad al oeste de la Cordillera de Tehuantepec con rumbo  $029^\circ$  mientras que en la cuenca de Guatemala es de  $053^\circ$  (Carranza-Edwards, 1980).

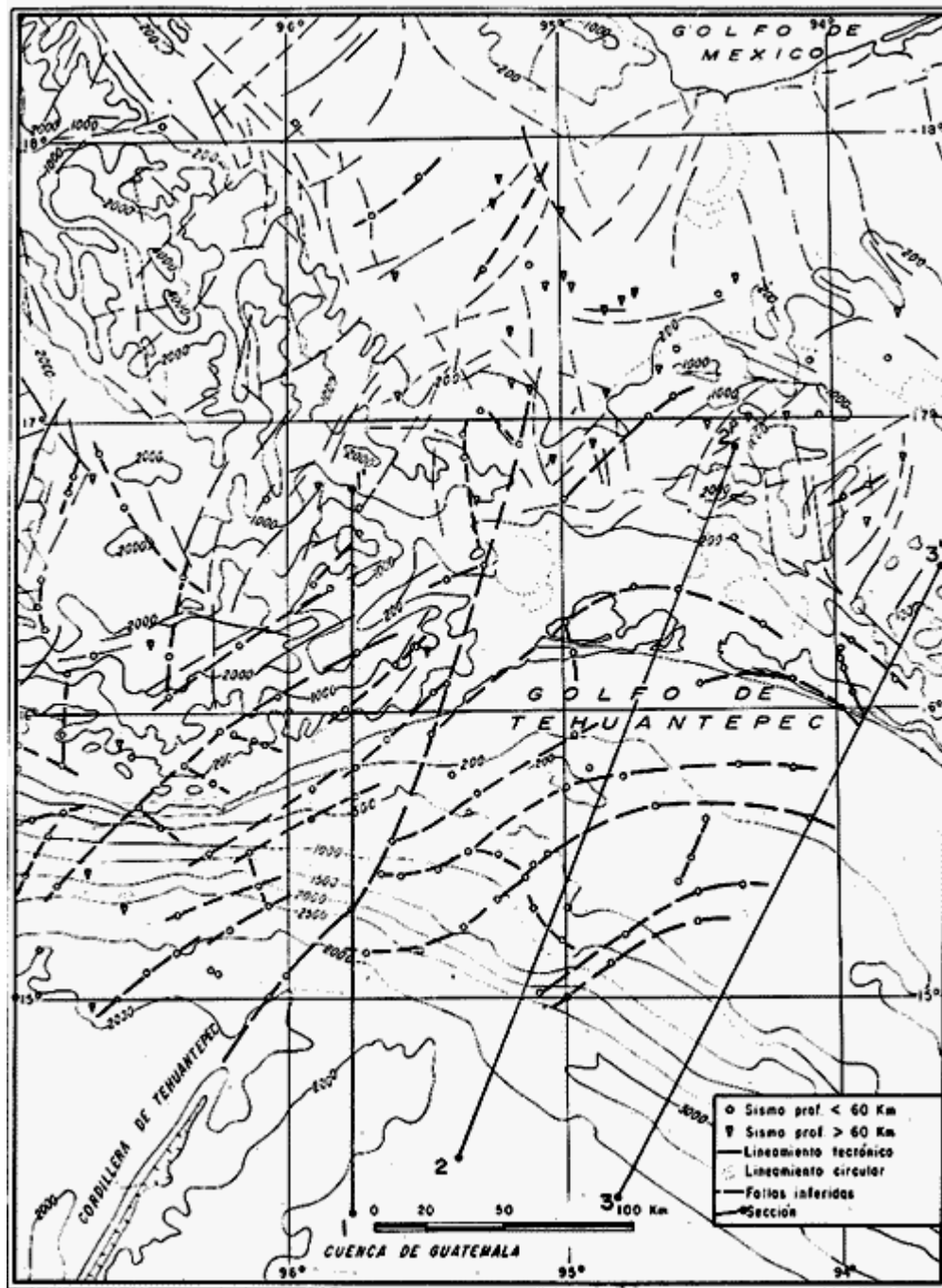


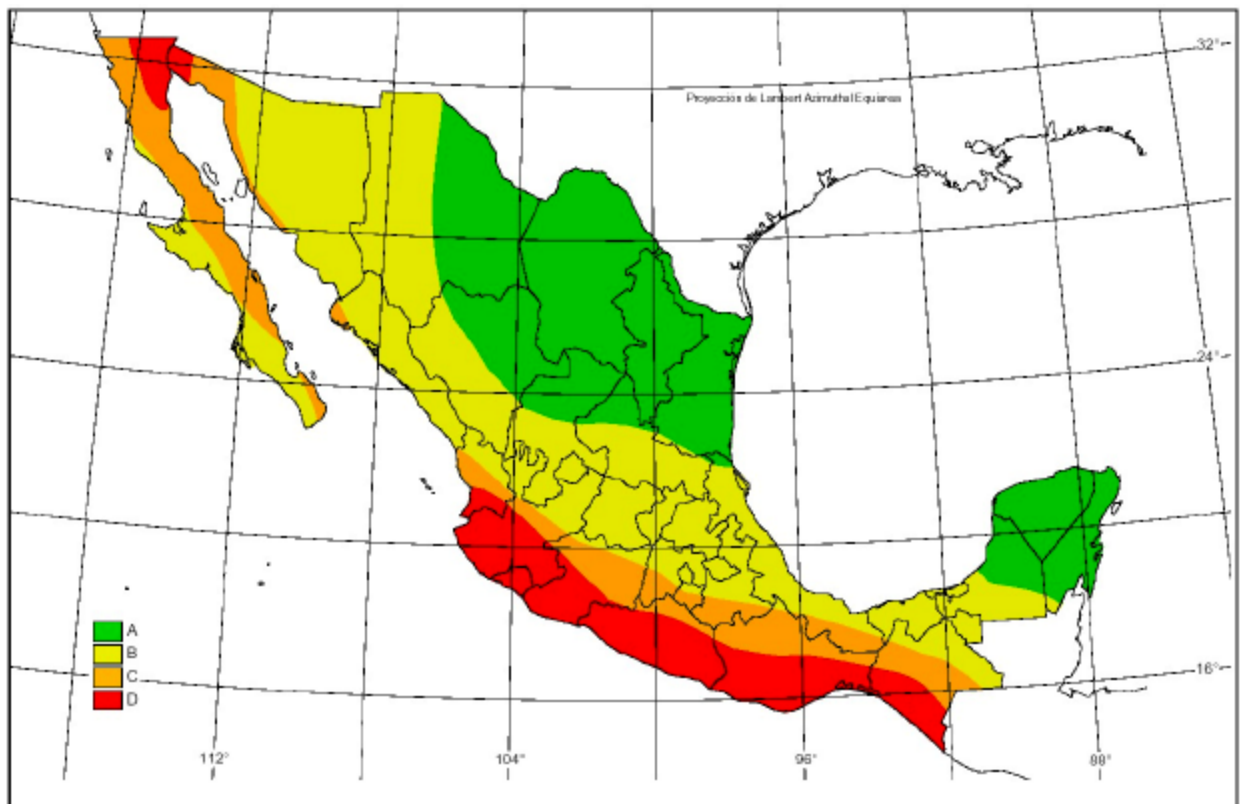
Figura IV.2.1.2-4. Esquema Tectónico Regional del Golfo de Tehuantepec.  
(Tomado de Carranza-Edwards, 1980).



## Susceptibilidad a eventos geológicos y geomorfológicos

En esta sección se describen los niveles de susceptibilidad a eventos geológicos y geomorfológicos, como sismos, deslizamientos de tierra o actividad volcánica, del predio en que se ubicará el P.E. La Venta II, según el “Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres – Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana” del Centro Nacional de Prevención de Desastres (Zepeda y González, 2001).

*Sismos.* Zepeda y González (2001) definen la Regionalización Sísmica de México, elaborada a partir de los registros históricos de grandes sismos en México, los catálogos de sismicidad y datos de aceleración del terreno como consecuencia de sismos de gran magnitud. Ésta cuenta con cuatro zonas (Figura IV.2.1.2-5).



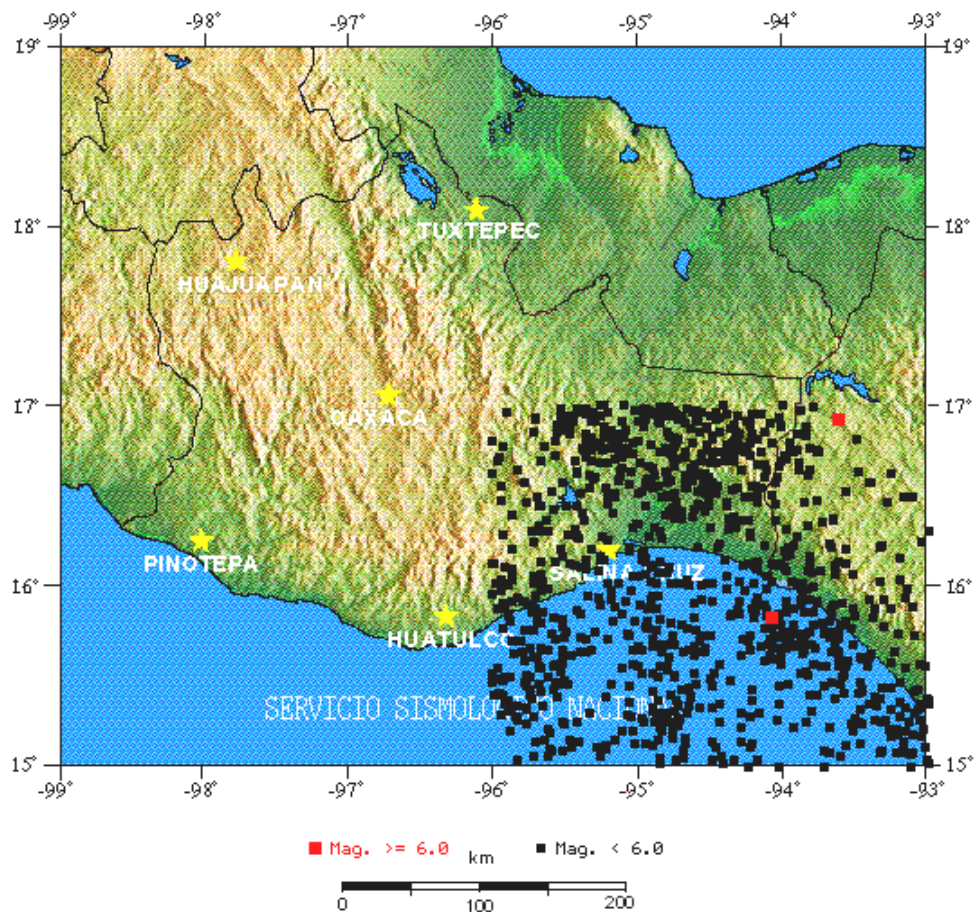
**Figura IV.2.1.2-5. Regionalización Sísmica de México. Tomado de Zepeda y González (2001).**





La zona A es aquella donde no se tienen registros históricos, no se han reportado sismos intensos en los últimos 80 años y donde las aceleraciones del terreno se esperan menores al 10% del valor de la gravedad (g). En la zona D han ocurrido con frecuencia grandes temblores y las aceleraciones del terreno que se esperan pueden ser superiores al 70% de g. Las zonas B y C, intermedias a las dos anteriores, presentan sismicidad con menor frecuencia o bien, están sujetas a aceleraciones del terreno que no rebasan el 70% de g.

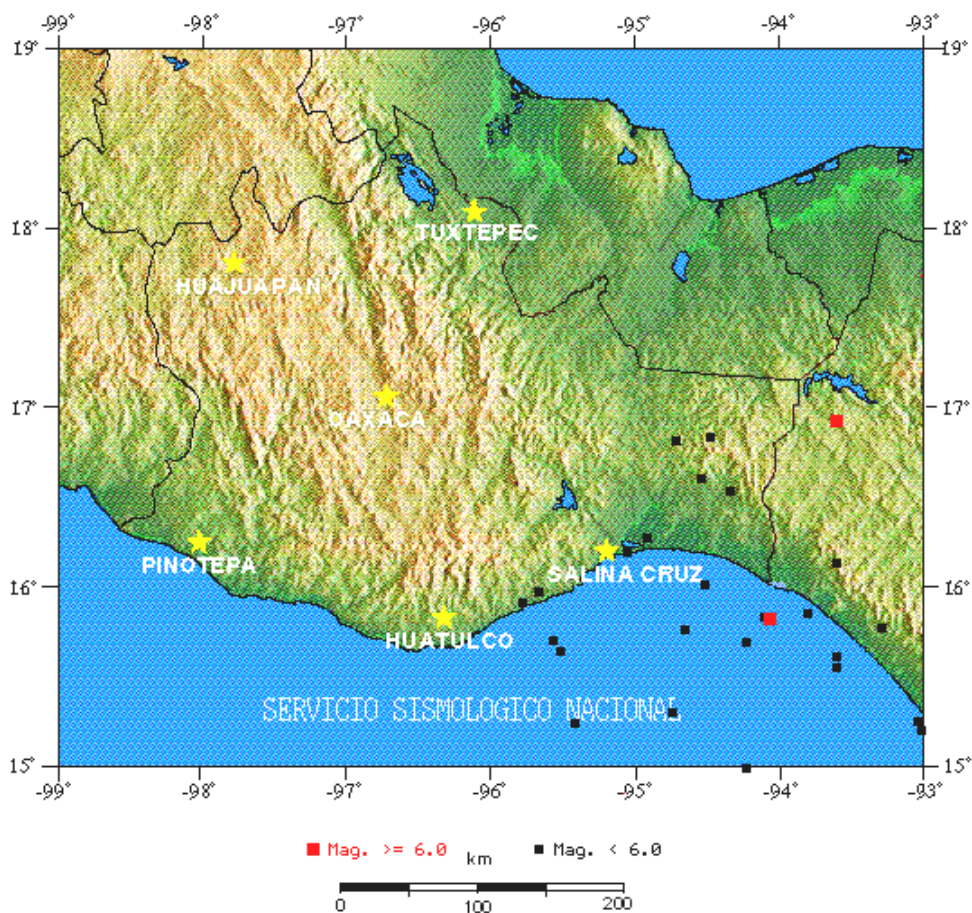
El P.E. La Venta II se ubica en la zona D, por lo que se le puede considerar como altamente susceptible a eventos sísmicos. Este aspecto deberá ser tomado en cuenta durante el diseño y construcción de la infraestructura del Proyecto Eólico.



**Figura IV.2.1.2-6. Consulta del Boletín Sismológico 1990-1999 mostrando todos los sismos (989) ocurridos entre los 15°-17°N y 93°-96°W. SSN-UNAM (2003).**



La Figura IV.2.1.2-6 muestra la consulta realizada al Boletín Sismológico, del Servicio Sismológico Nacional, perteneciente a la UNAM. El mapa muestra las ubicaciones de los 989 eventos sísmicos de todas las magnitudes y profundidades registradas entre 1990 y 1999, de los cuales uno fue menor a magnitud (Mc) 3, 186 fueron de magnitud 3, 776 de magnitud 4, 24 de magnitud 5 y 2 de magnitud 6. En la Figura IV.2.1.2-7 se muestra la consulta realizada para la misma región y periodo, mostrando solo los eventos, con magnitud 5 (Mc): 24; o 6 (Mc): 2. No se registraron eventos superiores a estas magnitudes en el área.

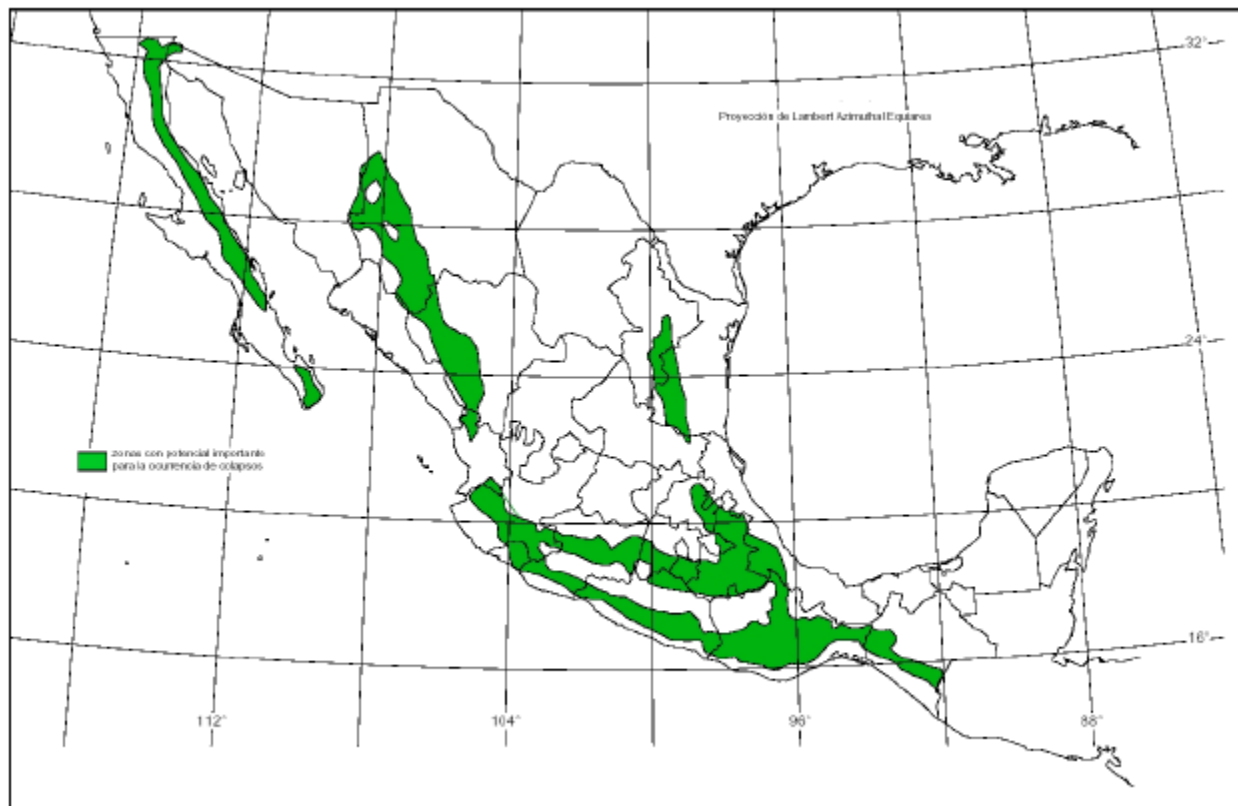


**Figura IV.2.1.2-7. Consulta del Boletín Sismológico 1990-1999 mostrando los 26 sismos de magnitud igual o superior a 5 (Mc) ocurridos entre los 15°-17°N y 93°-96°W. SSN-UNAM (2003).**



*Deslizamientos de tierra.* Otro evento geomorfológico que potencialmente puede presentarse en la región son los deslizamientos de tierra. Éstos pueden ocurrir bajo la presencia de ciertos factores ambientales, como áreas desprovistas de vegetación y con pendientes fuertes. En el caso específico del P.E. La Venta II, este evento podría presentarse en el área norte del mismo.

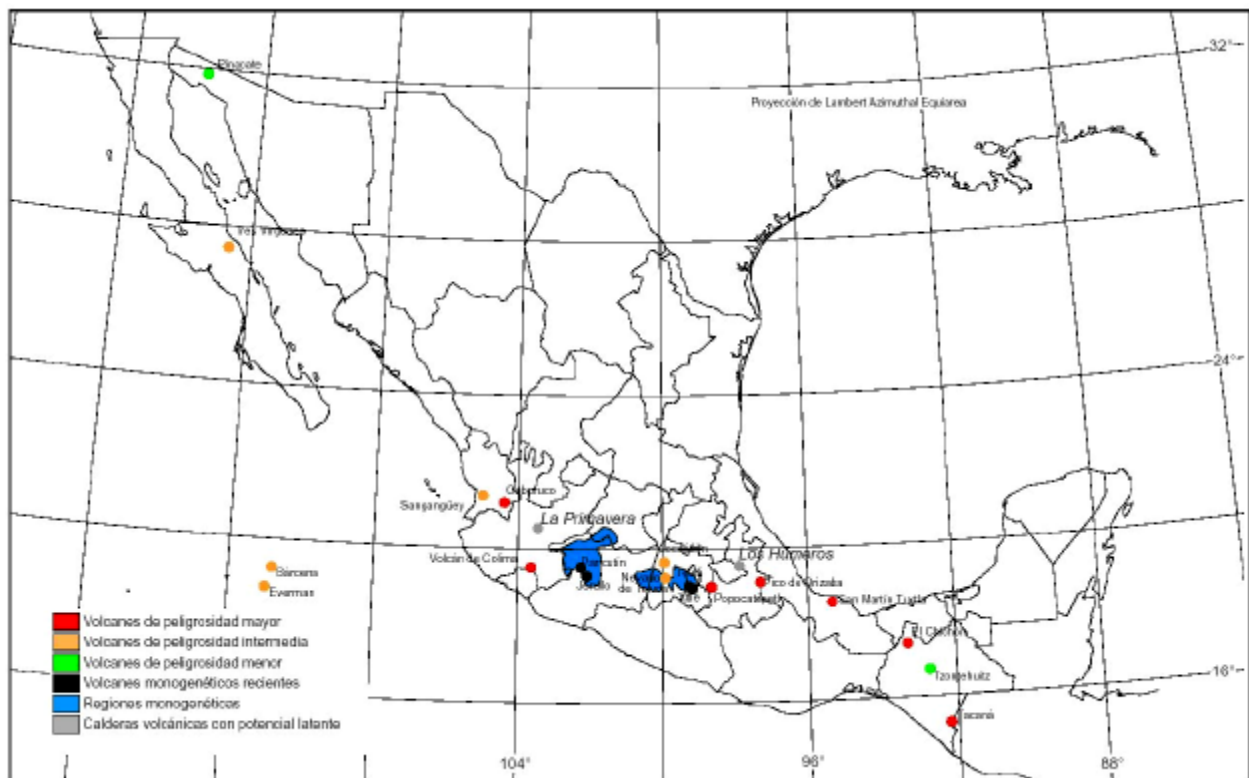
Zepeda y González (2001), definen en forma general las zonas con potencial importante para la ocurrencia de colapsos, tomando en cuenta las características de las diferentes provincias fisiográficas, la geomorfología, los estudios sobre los diferentes climas en todo el país, las condiciones ambientales, el intemperismo de las formaciones geológicas involucradas, la edafología y la distribución de vertientes, ríos y cuencas hidrológicas (Figura IV.2.1.2-8).



**Figura IV.2.1.2-8. Inestabilidad de laderas naturales de México. Tomado de Zepeda y González (2001).**



*Actividad volcánica.* La región comprendida por el proyecto del P.E. La Venta II, no se encuentra ubicada cerca de volcanes o de zonas con registros de actividad volcánica en tiempos históricos. La Figura IV.2.1.2-9 presenta la clasificación de los volcanes de México, según el Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana (Zepeda y González, 2001), mostrando los volcanes según su nivel de peligrosidad (mayor, intermedia y menor), así como las regiones monogenéticas y las calderas volcánicas con potencial latente. Ninguno de ellos se encuentra cerca de la región estudiada.



**Figura IV.2.1.2-9. Vulcanismo activo, calderas y regiones monogenéticas de México.  
Tomado de Zepeda y González (2001).**



### IV.2.1.3 Suelos

#### Tipos de suelo

El Proyecto Eólico La Venta II, se localiza en el Distrito de Desarrollo Rural No. 107 “Istmo”, en el sureste del estado de Oaxaca. Este distrito se ubica entre los paralelos 15° 49' 12" N y 17° 27' 00" N y los meridianos 93° 54' 36" W y 95° 58' 40" W, y cuyas colindancias son las siguientes: al Norte con el estado de Veracruz; al Sur con el Golfo de Tehuantepec; al Este con el estado de Chiapas y al Oeste con el distrito de desarrollo rural No.105 “Costa y Valles Centrales”.

Según el INEGI (1983), en los alrededores del P.E. La Venta II predominan cuatro unidades principales de suelo: Regosoles eútricos, Leptosoles (anteriormente Litosoles), Vertisoles crómicos y Cambisoles eútricos. De estos, el Regosol eútrico abarca la mayor parte del polígono proyectado para la instalación del parque eólico, y solo en los extremos noroeste y noreste del mismo pueden encontrarse los Leptosoles y el Cambisol eútrico. Las áreas clasificadas como Vertisoles crómicos se ubican al suroeste y sureste del predio, fuera de la poligonal proyectada para el P.E. (Mapa IV.3).

Para verificar la información disponible en el INEGI, se realizaron visitas al sitio del proyecto, en donde se excavaron tres pozos de muestreo para la observación de los perfiles de suelo en el predio que ocuparía la poligonal del P.E. La Venta II, que son representativos de las áreas clasificadas por INEGI (1983) como Regosoles eútricos, Leptosoles, y Cambisoles eútricos, respectivamente.

*Regosoles (RG):* Los Regosoles son suelos formados de procedentes de materiales no consolidados, excepto materiales de textura gruesa y con más de 100 cm de profundidad; o con propiedades flúvicas que no tienen otros horizontes de diagnóstico más que un horizonte A ócrico o úmbrico; carecen de propiedades gléicas en una profundidad de 50 cm a partir de la



superficie; carecen de las características diagnósticas para los Vertisoles y Andosoles; carecen de propiedades sálicas.

*Regosoles eútricos (RGe):* Son Regosoles con un grado de saturación (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$ ) del 50% o más; por lo menos entre 20 y 50 cm de profundidad a partir de la superficie, pero que no son calcáreos dentro de este intervalo de profundidad y carecen de permafrost en una profundidad de 200 cm a partir de la superficie. Este tipo de suelo constituye la mayor parte del predio en que se ubicará el P.E., e incluye a las poblaciones de La Venta y Santo Domingo Ingenio, y su naturaleza corresponde precisamente a su formación como llanura aluvial; no cuenta con mayores horizontes de diagnóstico (Figura IV.2.1.3-1).



**Figura IV.2.1.3-1. Perfil de suelo correspondiente a un Regosol Eútrico, ubicado dentro del polígono proyectado para el P.E. La Venta II (escala 120 cm).**



*Leptosoles (LP)*: Denominados anteriormente como Litosoles, son suelos limitados en profundidad por una roca dura continua o por material muy calcáreo (carbonato cálcico equivalente mayor del 40%), o por una capa continua cementada dentro de una profundidad de 30 cm a partir de la superficie, o que tienen menos del 20% de tierra fina hasta una profundidad de 75 cm, sin otros horizontes de diagnóstico más que un horizonte A móllico, úmbrico u ócrico, o un horizonte petrocálcico, con o sin un horizonte B cámbico.



**Figura IV.2.1.3-2. Corte en el terreno, correspondiente a un Leptosol, al noroeste del predio del P.E. La Venta II. Se observa el material calcáreo de base.**



**Figura IV.2.1.3-3. Corte en el terreno, correspondiente a un Leptosol, al noroeste del predio del P.E. La Venta II. Al fondo se observan los aerogeneradores de la C.E. La Venta I.**

Este tipo de suelo se encontró en el límite noroeste de la poligonal del P.E. La Venta II, y continúa en esa dirección, hacia una elevación conocida como Cerro Peña, ubicada en el extremo nororiental de la Sierra Tolistoque, y que constituye una estructura de rocas sedimentarias, principalmente del Cretácico (Figuras IV.2.1.3-2 y IV.2.1.3-3).

*Cambisoles (CM)*: Suelos que tienen un horizonte B cámbico y ningún otro horizonte de diagnóstico más que un horizonte A ócrico o úmbrico, o un horizonte A mólico situado inmediatamente encima de un horizonte B cámbico con un grado de saturación (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$ ) menor del 50%; carecen de propiedades sálicas; carecen de las características que son de diagnóstico para los Vertisoles y Andosoles; carecen de propiedades gléicas dentro de una profundidad de 50 cm a partir de la superficie.





*Cambisoles Eútricos (CMe)*: Cambisoles que tienen un horizonte A ócrico y un grado de saturación (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$ ) del 50% o más, al menos entre 20 y 50 cm de profundidad a partir de la superficie, pero que no son calcáreos en esta profundidad; carecen de propiedades vérticas; tienen un horizonte B cámbico que no es de color pardo fuerte a rojo; carecen de propiedades ferrálicas en el horizonte B cámbico; carecen de propiedades gléicas en una superficie de 100 cm a partir de la superficie.



**Figura IV.2.1.3-4. Perfil de suelo correspondiente a un Cambisol eútrico, ubicado al noreste del predio del P.E. La Venta II (escala 120 cm).**



Los Cambisoles éútricos se encontraron al noreste del predio del P.E. La Venta II, cerca de un complejo de estructuras de rocas extrusivas y metamórficas, conocidas como Cerro Palo Blanco. De hecho, se encontraron asociados a algunas áreas aisladas de Leptosoles, con características similares a las encontradas al noroeste del predio, descritas anteriormente (Figuras IV.2.1.3-4 y IV.2.1.3-5).



**Figura IV.2.1.3-5. Corte en el terreno, correspondiente a un Cambisol Eútrico, ubicado al noreste del predio de la P.E. La Venta II.**

En términos generales puede decirse que los suelos predominantes son aluviales profundos (excepto en las partes altas de los cerros al noreste y noroeste del predio), planos con pendientes menores de 1%, texturas medias a gruesas, su drenaje interno varía de bueno a moderadamente deficiente, su color característico es café, su contenido de materia orgánica es intermedio, son ricos en calcio, medianamente ricos en potasio y magnesio, medios en fósforo y muy pobres en



nitrógeno (Martínez *et al*, 1999; Valencia y Hernández. 2002). Los cultivos que se recomiendan y acostumbra en la región para este tipo de suelos son: ajonjolí, sorgo, melón, sandía, pastos, cocotero y tamarindo (Sánchez *et al*, 2000).

Se considera que los suelos no perderían su aptitud por la instalación de los aerogeneradores, ya que solo se requiere compactar y aislar un porcentaje muy pequeño de terreno alrededor de las bases de los aerogeneradores (Figura IV.2.1.3-6).

Por otro lado, la construcción de los caminos de acceso a los aerogeneradores también facilitará la extracción y traslado de los productos agrícolas del predio, evitando los procesos erosivos relacionados con los caminos tradicionales que actualmente se utilizan (Figura IV.2.1.3-7 y recuadro).



**Figura IV.2.1.3-6. Base de uno de los aerogeneradores actualmente instalados del P.E. La Venta I. Obsérvese la compactación del terreno y la obra de drenaje en primer plano.**



**Figura IV.2.1.3-7. Uno de los caminos cercanos a los aerogeneradores actualmente instalados del P.E. La Venta I. Obsérvese a un campesino intentando desatascar su carreta. En el recuadro superior se observa parte de otro camino, que en la temporada de lluvias queda intransitable.**



#### **IV.2.1.4 Hidrología superficial y subterránea**

##### **Recursos hidrológicos**

El predio del P.E. La Venta II, se ubica dentro de la Subregión Complejo Lagunar, perteneciente a la Región Hidrológica No. 22 “Tehuantepec”, y toma su nombre del conjunto de lagunas que se ubican en ella, incluyendo la Laguna Superior, la Laguna Inferior, la Laguna Oriental y el Mar Muerto, las Bahías de Salina Cruz y La Ventosa, así como la cuenca del Río Los Perros. Esta Subregión está integrada por 23 municipios, todos dentro del estado de Oaxaca, con una superficie municipal de 7 223 km<sup>2</sup>. Las principales corrientes son el Río Los Perros, El Espíritu Santo, Santo Domingo, Cazadero, Niltepec, Ostuta y Novillero (Cuadro IV.2.1.4-1). A su vez, el predio se ubica en la Región Hidrológico-Administrativa V, Pacífico Sur de la CNA y en la Mesorregión 1 Sur-Sureste del Plan Nacional de Desarrollo (CNA, 2003).

Uno de los ríos de mayor importancia en la Subregión es el Río Los Perros, que nace de la conjunción de tres corrientes que escurren de montañas próximas a Guevea de Humboldt y del Cerro Las Flores. Pasa por las poblaciones de Laollaga, Chihuitán, Ixtepec, Ixtaltepec y Juchitán, y desemboca en la Laguna Superior al oriente de Santa María Xadani. El río lleva ese nombre ya que en su curso alto existió una importante colonia de nutrias, a las que también se conoce como perros de agua.

Entre el Río Los Perros y el Río Tapanatepec, descienden ríos de cuencas cortas, no mayores a 35 km de longitud, que se relacionan a continuación: Espíritu Santo (Chicapa o Santo Domingo), que cruza precisamente entre el predio del P.E. La Venta II y la población de Santo Domingo Ingenio (Figuras IV.2.1.4-1 y IV.2.1.4-2); Cazadero, que desemboca en la Laguna Superior; Niltepec, que desemboca en la Laguna Inferior y Ostuta, que desemboca en la Laguna Oriental. Este último es un río de corriente fuerte y permanente, en el que se proyectó alguna vez la construcción de una presa y tiene potencial hidroeléctrico.



**Cuadro IV.2.1.4-1. Balance y disponibilidad de aguas superficiales de la Subregión Complejo Lagunar, de la Región Hidrológica No. 22 “Tehuantepec”, Oaxaca. Tomado de Sánchez *et al*, (2000)**

	Cuenca				
	Río Los Perros	Río Espíritu Santo	Río Niltepec	Río Ostuta	
Superficie Hidrológica (km <sup>2</sup> )	1998,01	1865,09	391,43	1540,48	
Escorrentamiento virgen por cuenca propia (hm <sup>3</sup> )	228,74	386,72	138,52	1047,09	
Extracciones para usos consuntivos en la cuenca (hm <sup>3</sup> )	0,42	5,14	0,03	0,8	
Evaporación en vasos de almacenamiento (hm <sup>3</sup> )	0,0	0,0	0,0	0,0	
Exportaciones (hm <sup>3</sup> )	0,0	0,0	0,0	0,0	
Importaciones (hm <sup>3</sup> )	701,23	0,0	0,0	0,0	
Escorrentamiento aguas abajo inferido (hm <sup>3</sup> )	228,32	381,57	138,69	1046,3	
Disponibilidad	DR	9,83	8,93	9,98	9,93
	Cond	Abundancia	Disponibilidad	Abundancia	Abundancia

DR: Disponibilidad relativa; COND: Condición de disponibilidad (p.e. abundancia, disponibilidad, déficit).

El predio del P.E. La Venta II corresponde al módulo de riego 07 “La Venta-Unión Hidalgo”, que está ubicado dentro de la tercera unidad del Distrito de Riego y se integra con parte del ejido La Venta del municipio de Juchitán de Zaragoza, y parte del municipio de Unión Hidalgo. Este módulo cuenta con una extensión de 6 215 ha que representan el 8,26% de la superficie general del Distrito, tiene una superficie efectiva de riego de 4 923 ha que son el 9,4% de la superficie total de cobertura hidráulica y el 11,1% del total de la superficie regable.

En este módulo predomina la pequeña propiedad con un 69,55% del total. En los rangos por superficie por lote de cada usuario el 38,67% de los lotes es de una superficie de 1 a 5 ha, el 32,61% de los lotes es de una superficie de 5,1 a 10 ha y el 28,72 % es de un área mayor a las 10 ha (Sánchez *et al.*, 2000).



El principal afluente del Distrito y del módulo es el Río Tehuantepec, que pertenece a la Subregión Hidrológica Tehuantepec, que es totalmente oaxaqueña. Territorialmente es dominada por las cuencas del los Ríos Tehuantepec y Tequisistlán, que actualmente descargan a la presa Benito Juárez. La corriente troncal del Río Tehuantepec, que nace en el municipio de San Sebastián Río Hondo, baja de la Sierra Madre del Sur y en su recorrido confluye con el Río Tequisistlán. La corriente conjunta de estos ríos que sale de la presa, desemboca al Océano Pacífico, cerca de Salina Cruz.

El escurrimiento virgen que se genera en las subcuencas de esta región suma un volumen anual de 968,41 hm<sup>3</sup>, de los cuales 47,15 hm<sup>3</sup>/año se dedican a diversos usos consuntivos, y 70,06 hm<sup>3</sup>/año corresponden a pérdidas por evaporación, y 701,23 hm<sup>3</sup> al año de exportaciones a la cuenca del río Los Perros, de donde resulta un reducido volumen excedente de agua, de sólo 140,97 hm<sup>3</sup>/año, que es la limitada oferta actual de aguas superficiales de la subregión. La subregión Tehuantepec queda clasificada en déficit, mientras que a nivel de subcuenca, San Antonio Tequisistlán y Tehuantepec 1, ubicadas hasta la presa Benito Juárez quedan en déficit, y Tehuantepec 2 que comprende desde la presa Benito Juárez hasta su desembocadura al mar, queda clasificada con disponibilidad (CNA, 2003).

### **Hidrología superficial**

La corriente hidrológica más estrechamente vinculada con el predio es el Río Espíritu Santo o Chicapa, que fluye desde las estribaciones de la Sierra Atravesada, al suroeste de la Selva Zoque, en dirección ENE-WSW, hasta San Miguel Chimalapa, donde cambia su dirección a NNE-SSW y atraviesa las poblaciones de Santo Domingo Ingenio, La Venta, Unión Hidalgo y Chicapa de Castro (de donde recibe las otras denominaciones), antes de desembocar en la Laguna Superior.

Al sur del predio del P.E. La Venta II pasa el Canal Principal, una importante arteria de riego del Distrito de Riego Tehuantepec, y en los alrededores del predio se encuentran algunos escurrimientos superficiales intermitentes, que pueden implicar cierto riesgo para la seguridad de



la infraestructura de la Central (Figura IV.2.1.4-3). Estos escurrimientos intermitentes deberían ser canalizados, siguiendo las disposiciones de la CNA y del propio Distrito de Riego, para evitar daños durante la temporada lluviosa.

El propio Río Espíritu Santo ha mostrado una variabilidad importante en su flujo entre la temporada seca, donde afirman los pobladores que llega a secarse casi completamente y su cauce puede ser cruzado a pie, y la temporada lluviosa (Figuras IV.2.1.4-1 y IV.2.1.4-2), en la que puede inundar los escurrimientos superficiales antes mencionados.



**Figura IV.2.1.4-1. Río Espíritu Santo, al oeste de Santo Domingo Ingenio, Oaxaca.**





**Figura IV.2.1.4-2. Otra vista del Río Espíritu Santo, al este del predio del P.E. La Venta II.**

El predio no se ubica dentro de los límites de ninguna de las Regiones Hidrológicas Prioritarias o de las Regiones Terrestres Prioritarias (Arriaga *et al*, 2000 y 2002), según la regionalización de CONABIO, aunque el Río Espíritu Santo desemboca a la Laguna Superior, que forma parte de la Región Marina Prioritaria No. 37 “Laguna Superior e Inferior” (Arriaga *et al*, 1998), y en la que se identifican riesgos tanto locales como relacionados con el curso alto del río: modificación del entorno por la tala del manglar, la draga de canales, cierre de ríos, descargas de agua y entubados; contaminación por basura, lanchas, aguas residuales y agroquímicos. Se considera una prioridad el cuidado del río Espíritu Santo para coadyuvar a la recuperación, el manejo y la restauración de la Región Marina Prioritaria No. 37.



Por la naturaleza del proyecto, no se prevén afectaciones a la calidad de los recursos hidrológicos, y sólo se recomienda la implementación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica (cunetas, drenajes) que garantice la seguridad de las instalaciones del P.E. La Venta II, como se describió en el apartado de Suelos (Figura IV.2.1.3-6), y que garantice que el Río Espíritu Santo no reciba materiales o descargas que incrementen las afectaciones a la Región Marina Prioritaria No. 37 de la CONABIO.

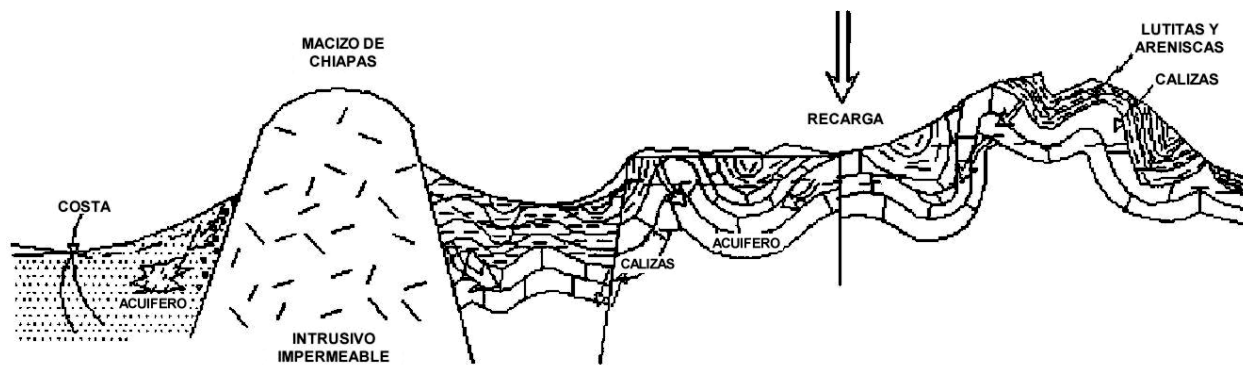


**Figura IV.2.1.4-3. Parte de uno de los escurrimientos superficiales aledaño al P.E. La Venta II, vinculado a una red de caminos rústicos usados para el transporte de productos agrícolas.**



## Hidrología subterránea

El P.E. La Venta II, se ubica en la Provincia Hidrogeológica Sierras y Valles del Sureste que es, en términos generales, un área relativamente alta de montañas anticlinales y valles sinclinales, compuestos por rocas sedimentarias del mesozoico, cubiertas por delgadas capas de suelos residuales (Figura IV.2.1.4-4), que pertenece a la Región Hidrogeológica de las Sierras y Valles del Sureste (Velásquez y Ordaz, 1993-1994).



**Figura IV.2.1.4-4. Sección hidrogeológica esquemática de la Provincia Sierras y Valles del Sureste. (Tomado de Velásquez y Ordaz, 1993-1994).**

Se considera como prácticamente inexistente el aprovechamiento de aguas subterráneas en el área aledaña al predio del P.E. La Venta II, así como en el módulo de riego 07 “La Venta-Unión Hidalgo”, que abarca parte de los municipios de Juchitán de Zaragoza y Unión Hidalgo (Sánchez *et al*, 2000).

El agua de riego utilizada es condicionada por salinidad, por lo que frecuentemente se realizan prácticas encaminadas a evitar la salinidad, sin embargo, fue posible encontrar dentro y cerca del predio algunas pozas resultantes de la excavación de bancos de materiales, que son parcialmente aprovechadas, con las restricciones de sus contenidos de sales minerales.



En lo que respecta a salinidad, en este módulo existen alrededor de 4,383 ha libres de sales, 125 ha ligeramente afectadas por salinidad, 70 ha medianamente afectadas, 275 ha afectadas, y 70 ha fuertemente afectadas; en éstas últimas la salinidad es más marcada en los estratos de 60 a 90 cm de profundidad de acuerdo con los análisis químicos y de los planos, por lo que se han hecho recomendaciones de implementar medidas de recuperación de los suelos afectados y acondicionar los desagües a la red de drenaje (Sánchez *et al*, 2000).

A pesar de la salinidad, en las inmediaciones del predio, se conservan algunas pozas formadas por la extracción de calizas en pequeños bancos de materiales (Figura IV.2.1.4-5).



**Figura IV.2.1.4-5. Una de las pozas formadas por la extracción en los bancos de materiales.**



## IV.2.2 Aspectos bióticos

### IV.2.2.1 Vegetación terrestre

La cubierta vegetal que se localiza en el área donde se pretende instalar el P.E. La Venta II, se caracteriza por presentar un alto grado de perturbación debido a las actividades humanas (por ejemplo: la agricultura), por consiguiente, las afectaciones directas del proyecto en el medio natural se limitan a comunidades de tipo secundario.

La cobertura vegetal que existió, estaba conformada fundamentalmente por el bosque tropical caducifolio, el cual ha sido eliminado casi por completo y reemplazado por un mosaico de acahuales derivados de este tipo de vegetación y por las actividades agropecuarias, tales como: cultivos de caña de azúcar, maíz, sorgo y pastizales. De la misma forma las áreas aledañas a las riberas de los ríos, donde la vegetación (bosque de galería), ha sido mermada por la extracción de madera y por la expansión de las áreas pecuarias (pastizales), principalmente. El uso del suelo, dentro el área del proyecto, es de tipo agropecuario, siendo la caña de azúcar el cultivo más redituable para la economía local.

De acuerdo con los cálculos de cobertura, basados en el mapa de vegetación y uso del suelo (Mapa IV.4), se tiene que para los 100 km<sup>2</sup> considerados como área de influencia del proyecto, el mayor porcentaje de cobertura lo tiene el área agropecuaria con 55,6%, lo cual era de esperarse ya que como se dijo anteriormente el uso del suelo en la región es netamente agropecuario; el acahual del bosque tropical caducifolio cubre una extensión que equivale a 22,5%, el bosque tropical caducifolio un 21% y la zona urbana el 0,9%.

Dentro del predio en donde se pretenden instalar los aerogeneradores la mayor parte de área a afectar en forma directa corresponde al área agropecuaria con un 1,1% del total del predio y 0,8% del acahual del bosque tropical caducifolio, este cálculo se realizó considerando la



remoción de la cubierta vegetal en la construcción de caminos de acceso y el área a ocupar por los aerogeneradores.

Para la descripción de la vegetación sólo se consideraron importantes con fines de análisis, las unidades con elementos arbóreos que se observaron tanto en la cartografía de INEGI, como en los espaciomas. Debido a lo anterior, algunas unidades carentes de estrato arbóreo o arbustivo no se muestrearon, como es el caso de “la vegetación acuática”.

Respecto a las comunidades hidrófilas (humedales, pantanos, áreas inundables), que constituyen la vegetación acuática en el sitio (de acuerdo con Rzedowski, 1978), éstas son denominadas con términos “informales” en el apartado de fauna terrestre, para referirse a la vegetación presente en el canal de riego y zonas inundables aledañas a éste; esto se hace ante la necesidad de describir los diferentes tipos de hábitat donde se localizaron las especies, más que con el afán de describir otros tipos de vegetación en la zona.

## **Método**

Para describir la vegetación se realizó una recopilación y revisión exhaustiva de la literatura existente para el área del proyecto, además se revisó la cartografía existente, específicamente el mapa de vegetación y uso del suelo de INEGI (1983). Durante el trabajo de campo se realizaron muestreos de la vegetación y colecta de ejemplares botánicos. Estas actividades se realizaron en algunos puntos estratégicos dentro y fuera del área en donde se pretende instalar el proyecto Eólico (Cuadro IV.2.2.1-1).



<b>Cuadro IV.2.2.1-1. Sitios seleccionados para el muestreo de vegetación en el área de estudio.</b>			
<b>No. Sitio</b>	<b>Sitios</b>	<b>Coordenadas</b>	<b>Tipo de Vegetación</b>
1	1,3 km al SE de la Central Eólica La Venta I	16° 34' 37" N 94° 48' 14" O	Bosque de galería
2	4 km al E del poblado El Zapote	16° 36' 28" N 94° 50' 37" O	Bosque tropical caducifolio
3	4,5 km al N de la Central Eólica La Venta I	16° 37' 00" N 94° 49' 52" O	Bosque tropical caducifolio
4	1,8 km al SE de la Central Eólica La Venta I	16° 34' 42" N 94° 47' 54" O	Acahual de bosque tropical caducifolio
5	1,6 km al O de Sto. Domingo	16° 35' 15" N 94° 47' 11" O	Acahual de bosque tropical caducifolio
6	800 m al NO de la Central Eólica La Venta I	16° 34' 55" N 94° 49' 23" O	Área agropecuaria

El muestreo de vegetación consistió en realizar cuadros de 10 x 10 m, para determinar la estructura y composición de las comunidades arbórea y arbustiva y dentro de éstos, tres cuadros de 2 x 2 m para el estrato herbáceo. Se obtuvo el número de especies presentes en cada cuadro y los valores de cobertura para cada una de las especies. La estimación de la cobertura se llevó a cabo de acuerdo con el método de Braun-Blanquet (1932). En las áreas aledañas a los cultivos se realizaron colectas para identificar las especies componentes. Los tipos de vegetación fueron reconocidos de acuerdo con la clasificación de Rzedowski (1978).

En cada punto se colectó el material botánico, en lo posible fértil (con flor o fruto) y se fijó en alcohol al 70%, para su traslado hasta las instalaciones del Instituto de Ecología, A.C. en Xalapa, Veracruz, donde fue deshidratado y posteriormente incorporado a la colección del herbario XAL del mismo Instituto.

El material fue identificado con la literatura especializada disponible, como Flora de Guatemala, Flora Novo-Galiciana y Flora de Veracruz. Con base en la identificación y corroboración del material botánico en el herbario, se elaboró una lista florística con la que se comprobó el estatus de protección legal de las especies de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2002).



Con la información generada y la verificación de campo se elaboró el mapa de vegetación y uso de suelo en la zona (Mapa IV.4).

### **Tipos de vegetación**

La lista florística elaborada consta de un total de 234 especies pertenecientes a 177 géneros, englobados en 60 familias (Anexo IV.2.2.1-1). De acuerdo con Rzedowski (1978) en el área donde se tiene contemplado llevar a cabo la construcción del P.E. La Venta II, se encuentra inscrita en la región florística Provincia Costa Pacífica, la cual se extiende en forma de una franja angosta e ininterrumpida desde el E de Sonora y SE de Chihuahua hasta Chiapas, prolongándose a lo largo de la misma vertiente hasta Centroamérica. A nivel del Istmo de Tehuantepec se bifurca para englobar la Depresión Central de Chiapas. Los tipos de vegetación más frecuentes son los bosques tropicales caducifolio y el subcaducifolio. Esta provincia se encuentra incluida en la Región denominada Caribeña, la cual pertenece al Reino florístico Neotropical.

La Región Caribeña corresponde en general a áreas con clima cálido y húmedo a semihúmedo, que en conjunto constituyen la “tierra caliente”, presenta una flora variada y rica en especies arbóreas y arbustivas, que son las que dominan la mayor parte del territorio de la región. El predominio de elementos meridionales es prácticamente absoluto, presentando un número relativamente elevado de especies endémicas.

En general, el Estado de Oaxaca presenta una amplia variedad de flora y numerosos tipos de vegetación, resultado de la abrupta topografía del estado, lo que propicia el establecimiento de una infinita cantidad de hábitats, cuyas variantes pueden acentuarse por su situación geográfica, fisiográfica, climática, geológica e hidrográfica. Todo esto ha dado como resultado un complejo mosaico de comunidades y una increíble riqueza florística que es calculada como una de las mayores del país. De hecho, Oaxaca está considerado como el segundo estado de la República Mexicana con el mayor número de especies (Rzedowski, 1978), comprendiendo





aproximadamente la 21<sup>a</sup> parte del territorio del país, se calcula que alberga casi la mitad del total de especies.

La cobertura vegetal presente en el área de estudio se encuentra caracterizada por acahuales de bosque tropical caducifolio y áreas agropecuarias. Dentro de los 5 km de radio, considerados como área de influencia para este trabajo, se localizó un solo tipo de vegetación clímax, de acuerdo con la clasificación de Rzedowski (1978) y es el bosque tropical caducifolio; sin embargo, también se localizó otra agrupación arbórea el “bosque de galería”, que en la clasificación utilizada no está considerada como un tipo de vegetación, pero que el autor la refiere como una comunidad muy heterogénea derivada del tipo de vegetación circundante, esta es característica en los márgenes de las corrientes de agua.

De manera general, el área tiene una apariencia de “mosaico”, es decir, en forma de parches, los cuales están constituidos por acahuales intercalados con cultivos y pastizales, resultado de la práctica de las distintas actividades antropogénicas en la región, principalmente la agricultura cultivándose caña de azúcar, maíz y sorgo. Estos sitios se localizan en la parte baja y plana del valle, por lo cual se utiliza como una zona netamente agropecuaria. Cabe señalar que las áreas agropecuarias, en la mayoría de los casos, se encuentran circundadas por pequeños manchones de acahual en forma de corredores que funcionan como barreras protectoras, principalmente para los cultivos, contra los vientos que soplan de manera casi constante en la zona. En algunos casos se pueden observar especies características de los acahuales fungiendo como cercos vivos en los sitios de pastoreo del ganado (pastizales).

De acuerdo con las imágenes de satélite, las fotografías aéreas y lo observado en campo, el bosque tropical caducifolio era la cubierta vegetal que en épocas pasadas cubría toda la zona de estudio. Este tipo de vegetación tiene una fisonomía y fenología muy peculiares, además de su composición florística lo que lo hace una comunidad muy fácil de distinguir. Es particularmente característico de la zona pacífica donde cubre extensiones continuas que van desde el sur de Sonora y el suroeste de Chihuahua, hasta Chiapas y continúa hasta Centroamérica. Ocupa



aproximadamente el 8 % de la superficie total del país y entre el 25 – 30 % de la superficie de la entidad. Se desarrolla entre los 0 y 600 m de altitud. La altura de los árboles oscila entre 5 y 15 m, más frecuentemente entre 8 y 12 m. Los troncos son retorcidos y se ramifican a corta altura casi desde la base, y los diámetros no sobrepasan los 50 cm. Las copas del estrato dominante son convexas o planas y su anchura a menudo iguala o aventaja la altura del individuo. Se localiza sobre suelos someros y pedregosos, a menudo sobre las laderas de cerros.

Una característica sobresaliente de este tipo de vegetación, es la pérdida de las hojas por un periodo de 5 a 8 meses en la época seca, fisonomía que se contrasta en el periodo lluvioso. A mediados o fines de la época seca, muchas especies leñosas se cubren de flores lo cual es muy notorio ya que la mayoría nunca poseen hojas y flores simultáneamente. En cuanto a la estructura, lo más frecuente es que haya un solo estrato arbóreo representado por elementos de la familia Leguminosae, por la cantidad de especies y número de individuos, pero sobre todo por la dominancia en el estrato arbóreo; el desarrollo del estrato arbustivo varía mucho, en función de la densidad del dosel arbóreo. En situaciones de poca perturbación el estrato herbáceo está poco desarrollado y no es raro que falte casi por completo. Algunos componentes característicos son las epifitas del género *Tillandsia* y cactáceas columnares y candelabrifformes.

El bosque de galería (vegetación riparia), es otra comunidad vegetal que se localiza dentro de la zona en estudio, pero que no es considerada por Rzedowski (1978), como un tipo de vegetación, sino como una agrupación arbórea que se desarrolla a lo largo de corrientes de agua. Esta comunidad es influenciada por los tipos de vegetación aledaños, ya que en ésta se pueden encontrar especies arbóreas que se localizan como componentes en la vegetación vecina.

Desde el punto de vista fisonómico y estructural se trata de un conjunto muy heterogéneo, pues su altura puede variar de 4 a 10 m, y comprende árboles de hoja perenne, decidua o parcialmente decidua. Puede incluir numerosas trepadoras y epifitas o carecer por completo de ellas, a menudo está constituido por árboles muy espaciados e irregularmente distribuidos. En la zona de estudio, las especies que la caracterizan son árboles más bien restringidos a condiciones de temperaturas



elevadas, donde las corrientes llegan a secarse durante la temporada de sequías. Los géneros más comunes son *Salix* que es el género de mayor altura (10 m), *Ficus* el género más extendido, e *Inga*.

## Descripción de los sitios de muestreo

### 1) 1,3 km al SE de la Central Eólica La Venta I

Este punto se encuentra en las márgenes del Río Espíritu Santo, donde la comunidad vegetal que se reporta, corresponde a bosque de galería (o vegetación riparia).

La cubierta vegetal que caracteriza a este sitio, se encuentra formando un cinturón muy delgado en casi todo lo largo del cauce (Fotografía 1, del anexo fotográfico), esta comunidad se ha visto afectada por la expansión de las áreas agropecuarias, principalmente los pastizales. De acuerdo con los valores del Cuadro IV.2.2.1-2, el estrato arbóreo alcanza alturas entre 9 y 10 m, teniendo como componentes principales a *Inga vera* y *Ficus insipida*, así como a *Salix humboldtiana* y *Pithecellobium brownii* como especies acompañantes. El estrato arbustivo, tiene una altura máxima de 2,5 m, constituido principalmente por *Malvaviscus arboreus*, *Mimosa pigra*, *Celtis iguanaea* y *Acacia cornigera* como especies acompañantes. En el estrato herbáceo, se tiene a *Cynodon dactylon*, *Sida acuta* y *Blechum brownei* como las especies con el mayor valor de importancia, las cuales se hacen acompañar por *Commelina* sp, *Crinum erubens*, *Melothria pendula* y *Achyranthes aspera*, teniendo una altura de hasta 1,5 m.

<b>Cuadro IV.2.2.1-2. Parámetros estructurales del bosque de galería, ubicado a 1,3 km al SE de la Central Eólica La Venta I</b>							
Árboles	No. Ind.	Den. Rel. (DR%)	Frec. (F%)	Frec. Rel. (FR%)	Cobertura (cob.%)	Cob. Rel. (CR%)	Valor de Importancia (VI%)
<i>Inga vera</i>	8	29,63	1	29,41	0,43	24,02	83,06
<i>Ficus insipida</i>	9	33,33	0,8	23,53	0,46	25,70	82,56
<i>Salix humboldtiana</i>	5	18,52	0,8	23,53	0,7	39,11	81,15
<i>Pithecellobium brownii</i>	5	18,52	0,8	23,53	0,2	11,17	53,22
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>100</b>	<b>3,4</b>	<b>100</b>	<b>1,79</b>	<b>100</b>	<b>300</b>



Arbustos	No. Ind.	Den. Rel. (DR%)	Frec. (F%)	Frec. Rel. (FR%)	Cobertura (cob.%)	Cob. Rel. (CR%)	Valor de Importancia (VI%)
<i>Malvaviscus arboreus</i>	43	78,18	0,6	30	0,057	28,64	136,83
<i>Mimosa pigra</i>	3	5,45	0,2	10	0,075	37,69	53,14
<i>Celtis iguanaea</i>	4	7,27	0,4	20	0,044	22,11	49,38
<i>Acacia cornigera</i>	4	7,27	0,6	30	0,006	3,02	40,29
<i>Ricinus communis</i>	1	1,82	0,2	10	0,017	8,54	20,36
<b>TOTAL</b>	<b>55</b>	<b>100</b>	<b>2</b>	<b>100</b>	<b>0,199</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Hierbas	No. Ind.	Den. Rel. (DR%)	Frec. (F%)	Frec. Rel. (FR%)	Cobertura (cob.%)	Cob. Rel. (CR%)	Valor de Importancia (VI%)
<i>Cynodon dactylon</i>	100	14,58	0,86	27,92	13,4	48,62	91,12
<i>Sida acuta</i>	196	28,57	0,53	17,21	6,81	24,71	70,49
<i>Blechnum brownei</i>	240	34,99	0,53	17,21	3,14	11,39	63,59
<i>Commelina sp.</i>	80	11,66	0,6	19,48	1,21	4,39	35,53
<i>Crinum erubescens</i>	45	6,56	0,13	4,22	1,47	5,33	16,11
<i>Sorghum halepense</i>	10	1,46	0,06	1,95	1,04	3,77	7,18
<i>Melothria pendula</i>	5	0,73	0,13	4,22	0,16	0,58	5,53
<i>Lycianthes lenta</i>	3	0,44	0,06	1,95	0,14	0,51	2,89
<i>Achyranthes aspera</i>	5	0,73	0,06	1,95	0,033	0,12	2,80
<i>Solanum nudum</i>	1	0,15	0,06	1,95	0,14	0,51	2,60
<i>Gonolobus barbatus</i>	1	0,15	0,06	1,95	0,016	0,06	2,15
<b>TOTAL</b>	<b>686</b>	<b>100</b>	<b>3,08</b>	<b>100</b>	<b>27,559</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

## 2) 4 km al E del poblado El Zapote

Este sitio de muestreo no será afectado en forma directa por el proyecto; sin embargo, debido a que se localiza dentro del área considerada como de estudio (5 km de radio) se realizó un muestreo en este punto. El tipo de vegetación ahí presente corresponde al bosque tropical caducifolio (Rzedowski, 1978), el cual se encuentra sobre una sierrita al norte de la Central Eólica La Venta I, cabe destacar el excelente grado de conservación de la cubierta vegetal (Fotografía 2).

El estrato arbóreo se encuentra caracterizado por *Euphorbia schlehtendalii*, *Capparis incana* y *Bursera grandiflora* como componentes principales, este estrato tiene una altura de 5 m. Otras especies que se encuentran compartiendo este mismo dosel son *Lonchocarpus sp.*, *Plumeria*



*rubra*, *Gyrocarpus jatrophifolius* y *Albizia occidentalis*. En el estrato arbustivo, de 3 m de altura, se encuentran como especies dominantes *Rhus trilobata*, *Croton* sp., *Cephalocereus collinsii*, *Erythroxylon areolatum* y *Arrabidaea floribunda*, acompañadas de *Bernardia interrupta*, *Randia aculeata*, *Verbesina* sp., *Jacquinia macrocarpa* y. Las especies herbáceas localizadas dentro de este sitio son: *Commelina erecta* y *Manihot aesculifolia*, este estrato tiene como altura máxima 1,5 m (Cuadro IV.2.2.1-3). En este lugar se registró *Tabebuia chrysantha* como especie componente de este tipo de vegetación que de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2001, se encuentra amenazada.

<b>Cuadro IV.2.2.1-3. Parámetros estructurales del B. tropical caducifolio, ubicado a 4 km al E del poblado El Zapote.</b>							
Árboles	No. Ind.	Den. Rel. (DR%)	Frec. (F%)	Frec. Rel. (FR%)	Cobertura (cob.%)	Cob. Rel (CR%)	Valor de Importancia (VI%)
<i>Euphorbia schlechtendalii</i>	6	21,43	1	15,38	0,231	14,52	51,33
<i>Capparis incana</i>	4	14,29	1	15,38	0,281	17,66	47,33
<i>Bursera grandifolia</i>	4	14,29	1	15,38	0,231	14,52	44,19
<i>Lonchocarpus</i> sp.	4	14,29	1	15,38	0,2	12,57	42,24
<i>Leucaena</i> sp.	4	14,29	1	15,38	0,2	12,57	42,24
<i>Plumeria rubra</i>	3	10,71	0,5	7,69	0,312	19,61	38,02
<i>Gyrocarpus jatrophifolius</i>	2	7,14	0,5	7,69	0,043	2,70	17,54
<i>Albizia occidentalis</i>	1	3,57	0,5	7,69	0,093	5,85	17,11
<b>TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>100</b>	<b>6,5</b>	<b>100</b>	<b>1,591</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Arbustos	No. Ind.	Den. Rel. (DR%)	Frec. (F%)	Frec. Rel. (FR%)	Cobertura (cob.%)	Cob. Rel (CR%)	Valor de Importancia (VI%)
<i>Rhus trilobata</i>	14	20,85	1	11	0,281	19,71	51,67
<i>Croton</i> sp.	20	29,78	1	11	0,087	6,10	47,00
<i>Cephalocereus collinsii</i>	1,15	1,71	1	11	0,356	24,96	37,79
<i>Erythroxylon areolatum</i>	10	14,89	0,5	6	0,187	13,11	33,56
<i>Arrabidaea floribunda</i>	5	7,45	1	11	0,137	9,61	28,16
<i>Bernardia interrupta</i>	5	7,45	0,5	6	0,093	6,52	19,52
<i>Randia aculeata</i>	5	7,45	0,5	6	0,093	6,52	19,52
<i>Randia</i> sp.	2	2,98	1	11	0,048	3,37	17,46
<i>Vevesina</i> sp.	1	1,49	0,5	6	0,043	3,02	10,06
<i>Tephrosia</i> sp.	1	1,49	0,5	6	0,043	3,02	10,06
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	1	1,49	0,5	6	0,043	3,02	10,06
<i>Cnidocolus megacanthus</i>	1	1,49	0,5	6	0,01	0,70	7,75
<i>Manihot aesculifolia</i>	1	1,49	0,5	6	0,005	0,35	7,40
<b>TOTAL</b>	<b>67,15</b>	<b>100</b>	<b>9</b>	<b>100</b>	<b>1,426</b>	<b>100</b>	<b>300</b>



Hierbas	No. Ind.	Den. Rel. (DR%)	Frec. (F%)	Frec. Rel. (FR%)	Cobertura (cob.%)	Cob. Rel. (CR%)	Valor de Importancia (VI%)
<i>Commelina erecta</i>	11	61,11	0,83	71,55	0,2	33,33	166
<i>Averia longipes</i>	7	38,89	0,33	28,45	0,4	66,67	134
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100</b>	<b>1,16</b>	<b>100</b>	<b>0,6</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

### 3) 4,5 km al N de la Central Eólica La Venta I

Este punto de muestreo se encuentra en el mismo cerro que el sitio anterior (2), pero con diferente exposición, ya que este sitio se localiza sobre la cara Este del cerro y el anterior sobre la cara Sur (Mapa IV.4). La cubierta vegetal que se presenta en este lugar corresponde al bosque tropical caducifolio cuya estructura es muy similar a la del punto anterior. En ambos sitios, así como en la mayoría de los lugares que presentan vegetación primaria, la principal amenaza es la antropización del terreno, ya que se pudo observar que poco a poco las áreas agrícola y pecuaria le están ganando espacio a este tipo de vegetación (Fotografía 3). Es importante mencionar que este sitio no tendrá afectación directa a causa del proyecto.

El estrato principal (arbóreo) en este sitio alcanza una altura de 8 m, y de acuerdo con el valor de importancia de las especies (Cuadro IV.2.2.1-4), está caracterizado por *Bursera grandifolia*, *Leucaena* sp, *Jatropha gaumeri* y *Apoplanesia paniculata*; como especies acompañantes se registró la presencia de *Capparis incana*, *Spondias mombin*, *Pedilanthus calcaratus*, *Annona* sp. e *Hintonia latiflora*. La altura máxima de las especies que se encuentran caracterizando al estrato arbustivo oscila entre 3 y 4 m, se reportan a *Jacquinia macrocarpa*, *Cnidoscolus megacanthus*, *Neobuxbaumia scoparia* y *Acacia cornigera* como especies principales, las cuales se hacen acompañar por *Thouinia acuminata*, *Bunchosia biocellata*, *Capparis baducca*, *Schoepfia screeberi* y *Pithecellobium recordii*, entre otras. Como componentes del estrato herbáceo se registró a *Commelina erecta*, *Serjania triquetra*, *Ruellia albicaulis*, *Ipomoea* sp., *Euphorbia graminea* y *Sicyos* sp.



<b>Cuadro IV.2.2.1-4. Parámetros estructurales del bosque tropical caducifolio, ubicado a 4,5 km al N de la Central Eólica La Venta I</b>							
Árboles	No. Ind.	Den. Rel. (DR%)	Frec. (F%)	Frec. Rel. (FR%)	Cobertura (cob.%)	Cob. Rel. (CR%)	Valor de Importancia (VI%)
<i>Bursera grandifolia</i>	4	12,5	1	11,11	0,75	23,93	47,54
<i>Leucaena</i> sp.	5	15,625	1	11,11	0,625	19,94	46,68
<i>Jatropha gaumeri</i>	6	18,75	1	11,11	0,5	15,95	45,82
<i>Apoplansia paniculata</i>	4	12,5	1	11,11	0,5	15,95	39,57
<i>Capparis incana</i>	2	6,25	1	11,11	0,048	1,53	18,89
<i>Spondias mombin</i>	1	3,125	0,5	5,56	0,31	9,89	18,57
<i>Pedilanthus calcaratus</i>	3	9,375	0,5	5,56	0,043	1,37	16,30
<i>Annona</i> sp.	2	6,25	0,5	5,56	0,043	1,37	13,18
<i>Hintonia latiflora</i>	1	3,125	0,5	5,56	0,093	2,97	11,65
<i>Cordia</i> sp.	1	3,125	0,5	5,56	0,093	2,97	11,65
<i>Casearia tremula</i>	1	3,125	0,5	5,56	0,043	1,37	10,05
<i>Coutarea hexandra</i>	1	3,125	0,5	5,56	0,043	1,37	10,05
<i>Trichilia trifolia</i>	1	3,125	0,5	5,56	0,043	1,37	10,05
<b>TOTAL</b>	<b>32</b>	<b>100</b>	<b>9</b>	<b>100</b>	<b>3,134</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Arbustos	No. Ind.	Den. Rel. (DR%)	Frec. (F%)	Frec. Rel. (FR%)	Cobertura (cob.%)	Cob. Rel. (CR%)	Valor de Importancia (VI%)
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	3	16,67	0,5	8,33	0,187	33,21	58,21
<i>Cnidocolus megacanthus</i>	2	11,11	0,5	8,33	0,093	16,52	35,96
<i>Neobuxbaumia scoparia</i>	2	11,11	0,5	8,33	0,043	7,64	27,08
<i>Acacia cornigera</i>	3	16,67	0,5	8,33	0,005	0,89	25,89
<i>Thouinia acuminata</i>	1	5,56	0,5	8,33	0,043	7,64	21,53
<i>Bunchosia biocellata</i>	1	5,56	0,5	8,33	0,043	7,64	21,53
<i>Capparis baduoca</i>	1	5,56	0,5	8,33	0,043	7,64	21,53
<i>Schoepfia schreberi</i>	1	5,56	0,5	8,33	0,043	7,64	21,53
<i>Pithecellobium recordii</i>	1	5,56	0,5	8,33	0,043	7,64	21,53
<i>Euphorbia colletioides</i>	1	5,56	0,5	8,33	0,01	1,78	15,67
<i>Cestrum</i> sp.	1	5,56	0,5	8,33	0,005	0,89	14,78
<i>Zanthoxylum fagara</i>	1	5,56	0,5	8,33	0,005	0,89	14,78
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>100</b>	<b>6</b>	<b>100</b>	<b>0,563</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Hierbas	No. Ind.	Den. Rel. (DR%)	Frec. (F%)	Frec. Rel. (FR%)	Cobertura (cob.%)	Cob. Rel. (CR%)	Valor de Importancia (VI%)
<i>Commelina erecta</i>	35	64,81	0,66	28,70	1,72	46,65	140,16
<i>Serjania triquetra</i>	1	1,85	0,16	6,96	1,56	42,31	51,12
<i>Ruellia albicaulis</i>	8	14,81	0,66	28,70	0,2	5,42	48,93
<i>Ipomoea</i> sp.	6	11,11	0,33	14,35	0,083	2,25	27,71
<i>Euphorbia graminea</i>	3	5,56	0,33	14,35	0,083	2,25	22,15
<i>Sicyos</i> sp.	1	1,85	0,16	6,96	0,041	1,11	9,92
<b>TOTAL</b>	<b>54</b>	<b>100</b>	<b>2,3</b>	<b>100</b>	<b>3,687</b>	<b>100</b>	<b>300</b>



#### 4) 1,8 km al SE de la Central Eólica La Venta I

La cubierta vegetal que se localiza en este sitio corresponde a un acahual de bosque tropical caducifolio, el cual se encuentra esparcido en forma de parches en toda la parte plana y baja de la zona de estudio (Fotografía 4). Los parches, por lo general, están circundados por áreas de cultivo o de pastizales, aunque en la mayoría de los casos estos acahuales también funcionan como áreas de pastoreo para el ganado.

Por lo regular, las especies que conforman estos acahuales son de baja estatura, esto se debe a las fuertes corrientes de aire que existen en la zona, por lo que su baja altura funciona como una defensa en contra de dichas corrientes (Fotografía 5). El estrato arbóreo está representado por *Amphipterygium adstringens*, especie que alcanza una altura de aproximadamente 3 m (Cuadro IV.2.2.1-5), acompañada por *Acacia picachensis*, *Bursera simaruba*, *Jatropha gaumeri*, *Coccoloba lebmannii* y *Zizyphus amole*. El estrato arbustivo está conformado por *Croton* sp., *Caesalpinia coriaria*, *Condalia* sp., *Euphorbia schlechtendalii*, *Jacquinia macrocarpa* y *Malpighia emarginata* como especies principales, y por *Diphyssa* sp., *Pterocarpus* sp., *Acacia farnesiana*, *Cephalocereus collinsii*, *Pisonia aculeata*, *Pithecellobium recordii* y *Croton cortesianus*, como especies acompañantes, este estrato tiene una altura de 3 m. El estrato herbáceo de 1 m de altura, está representado por un amplio número de especies entre las que destacan por su valor de importancia *Cuphea carthagenensis*, *Talinum triangulare*, *Commelina erecta*, *Wedelia acapulcensis*, *Brachiaria fasciculata*, *Lantana hirta* y *Acanthocereus griseus*.

**Cuadro IV.2.2.1-5. Parámetros estructurales del acahual de bosque tropical caducifolio, ubicado a 1,8 km al SE de la Central Eólica La Venta I**

Árboles	No. Ind.	Den. Rel. (DR%)	Frec. (F%)	Frec. Rel. (FR%)	Cobertura (cob.%)	Cob. Rel. (CR%)	Valor de Importancia (VI%)
<i>Amphipterygium adstringens</i>	36	64,29	1	33,56	0,708	63,73	161,57
<i>Acacia picachensis</i>	11	19,64	0,66	22,15	0,27	24,30	66,09
<i>Bursera simaruba</i>	5	8,93	0,33	11,07	0,006	0,54	20,54
<i>Jatropha gaumeri</i>	2	3,57	0,33	11,07	0,062	5,58	20,23
<i>Coccoloba lebmannii</i>	1	1,79	0,33	11,07	0,062	5,58	18,44
<i>Zizyphus amole</i>	1	1,79	0,33	11,07	0,003	0,27	13,13
<b>TOTAL</b>	<b>56</b>	<b>100</b>	<b>2,98</b>	<b>100</b>	<b>1,111</b>	<b>100</b>	<b>300</b>





Arbustos	No.Ind.	Den. Rel. (DR%)	Frec. (F%)	Frec. Rel. (FR%)	Cobertura (cob.%)	Cob. Rel. (CR%)	Valor de Importancia (VI%)
<i>Croton</i> sp.	18	21,43	0,33	3,44	0,062	5,48	30,36
<i>Caesalpinia coriaria</i>	2	2,38	0,33	3,44	0,208	18,39	24,22
<i>Condalia</i> sp.	1	1,19	0,33	3,44	0,208	18,39	23,03
<i>Euphorbia schlechtendalii</i>	8	9,52	0,66	6,89	0,069	6,10	22,51
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	5	5,95	1	10,44	0,065	5,75	22,14
<i>Malpighia emarginata</i>	4	4,76	0,33	3,44	0,125	11,05	19,26
<i>Diphysa</i> sp.	3	3,57	0,66	6,89	0,065	5,75	16,21
<i>Pterocarpus</i> sp.	8	9,52	0,33	3,44	0,029	2,56	15,53
<i>Acacia farnesiana</i>	5	5,95	0,33	3,44	0,062	5,48	14,88
<i>Cephalocereus collinsii</i>	6	7,14	0,33	3,44	0,003	0,27	10,85
<i>Pisonia aculeata</i>	1	1,19	0,33	3,44	0,062	5,48	10,12
<i>Pithecellobium recordii</i>	1	1,19	0,33	3,44	0,062	5,48	10,12
<i>Croton cortesianus</i>	5	5,95	0,33	3,44	0,006	0,53	9,93
<i>Capparis incana</i>	3	3,57	0,33	3,44	0,006	0,53	7,55
<i>Apoplanesia paniculata</i>	3	3,57	0,33	3,44	0,006	0,53	7,55
<i>Lonchocarpus lanceolatus</i>	1	1,19	0,33	3,44	0,003	0,27	4,90
<i>Ipomoea pauciflora</i>	1	1,19	0,33	3,44	0,003	0,27	4,90
<i>Randia echinocarpa</i>	1	1,19	0,33	3,44	0,003	0,27	4,90
<i>Zanthoxylum fagara</i>	1	1,19	0,33	3,44	0,003	0,27	4,90
<i>Stenocereus weberi</i>	1	1,19	0,33	3,44	0,003	0,27	4,90
<i>Cordia pringlei</i>	1	1,19	0,33	3,44	0,003	0,27	4,90
<i>Agonandra obtusifolia</i>	1	1,19	0,33	3,44	0,003	0,27	4,90
<b>TOTAL</b>	<b>84</b>	<b>100</b>	<b>9,58</b>	<b>100</b>	<b>1,131</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Hierbas	No.Indiv.	Den. Rel.(DR %)	Frec.(F%)	Frec.Rel.(FR %)	Cobertura (cob.%)	Cob. Rel.(CR%)	Val.Importancia(VI%)
<i>Cuphea carthagenensis</i>	100	25,91	0,11	2,44	2,43	12,16	40,51
<i>Talinum triangulare</i>	60	15,54	0,22	4,88	2,083	10,42	30,85
<i>Commelina erecta</i>	45	11,66	0,22	4,88	2,256	11,29	27,83
<i>Wedelia acapulcensis</i>	22	5,70	0,33	7,32	2,284	11,43	24,45
<i>Brachiaria fasciculata</i>	50	12,95	0,22	4,88	0,27	1,35	19,18
<i>Lantana hirta</i>	11	2,85	0,22	4,88	2,083	10,42	18,15
<i>Acanthocereus griseus</i>	3	0,78	0,11	2,44	2,43	12,16	15,38
<i>Campelia zanonía</i>	7	1,81	0,55	12,20	0,138	0,69	14,70
<i>Cardiospermum grandiflorum</i>	10	2,59	0,44	9,76	0,326	1,63	13,98
<i>Justicia campechiana</i>	12	3,11	0,44	9,76	0,138	0,69	13,56
<i>Bromelia pinguin</i>	4	1,04	0,11	2,44	1,736	8,69	12,16
<i>Acalypha</i> sp.	25	6,48	0,22	4,88	0,055	0,28	11,63
<i>Momordica charantia</i>	1	0,26	0,11	2,44	1,736	8,69	11,39
<i>Mammillaria collinsii</i>	3	0,78	0,11	2,44	1,041	5,21	8,43
<i>Ipomoea</i> sp.	6	1,55	0,22	4,88	0,083	0,42	6,85



<i>Lagascea mollis</i>	8	2,07	0,11	2,44	0,243	1,22	5,73
<i>Andropogon annulatus</i>	8	2,07	0,11	2,44	0,243	1,22	5,73
<i>Ruellia nudiflora</i>	5	1,30	0,11	2,44	0,055	0,28	4,01
<i>Agave angustifolia</i>	1	0,26	0,11	2,44	0,243	1,22	3,91
<i>Cyperus hermaphroditus</i>	2	0,52	0,11	2,44	0,027	0,14	3,09
<i>Euphorbia graminea</i>	1	0,26	0,11	2,44	0,027	0,14	2,83
<i>Pedilanthus tithymaloides</i>	1	0,26	0,11	2,44	0,027	0,14	2,83
<i>Cordia pringlei</i>	1	0,26	0,11	2,44	0,027	0,14	2,83
<b>TOTAL</b>	<b>386</b>	<b>100</b>	<b>4,51</b>	<b>100</b>	<b>19,981</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

### 5) 1,6 km al O de Santo Domingo

La situación de la cubierta vegetal, en cuanto a los efectos de la antropización en este punto de muestreo, es similar a la que se presenta en el sitio descrito anteriormente, se trata también de un acahual de bosque tropical caducifolio (Fotografía 6). Las especies que conforman esta cubierta vegetal son de una mayor talla, al compararlas con las registradas en el sitio anterior, probablemente se deba a las características físicas del ambiente, ya que no presentan el mismo tipo de suelo y las corrientes de aire son mucho menos intensas.

La altura del estrato arbóreo en este sitio de muestreo oscila entre 3 y 6 m (Cuadro IV.2.2.1-6), siendo las especies dominantes *Pithecellobium recordii*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Coccoloba lebmannii*, acompañadas por *Pithecellobium manguense*, *Euphorbia schlechtendalii*, *Piptadenia obliqua*, *Stemmadenia obovata* y *Amphipterygium adstringens*. El estrato arbustivo está dominado por *Jacquinia macrocarpa*, *Croton* sp., *Capparis incana* y *Randia aculeata*, teniendo como especies acompañantes a *Zanthoxylum fagara*, *Zizyphus amole*, *Acacia collinsii* y *Apoplanesia paniculata* principalmente; este estrato alcanza una altura máxima de 3 m. El estrato herbáceo, hasta de 1 m de alto, está conformado por *Ruellia nudiflora*, *Lasiacis nigra*, *Arrabidaea floribunda*, *Acalypha* sp., *Crossopetalum uragoga*, *Byttneria* sp., y *Aechmea bracteata*.



**Cuadro IV.2.2.1-6. Parámetros estructurales del acahual de bosque tropical caducifolio, ubicado a 1,6 km al O de Sto. Domingo**

Árboles	No. Ind.	Den. Rel. (DR%)	Frec. (F%)	Frec. Rel. (FR%)	Cobertura (cob.%)	Cob. Rel. (CR%)	Valor de Importancia (VI%)
<i>Pithecellobium recordii</i>	14	27,45	1	16,67	0,875	26,00	70,11
<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	9	17,65	1	16,67	0,75	22,28	56,60
<i>Coccoloba lebmanni</i>	10	19,61	1	16,67	0,406	12,06	48,34
<i>Pithecellobium mangense</i>	4	7,84	1	16,67	0,356	10,58	35,09
<i>Euphorbia schlechtendalii</i>	8	15,69	0,5	8,33	0,187	5,56	29,58
<i>Piptadenia obliqua</i>	3	5,88	0,5	8,33	0,437	12,98	27,20
<i>Stemmadenia obovata</i>	2	3,92	0,5	8,33	0,312	9,27	21,52
<i>Amphipterygium adstringens</i>	1	1,96	0,5	8,33	0,043	1,28	11,57
<b>TOTAL</b>	<b>51</b>	<b>100</b>	<b>6</b>	<b>100</b>	<b>3,366</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Arbustos	No. Ind.	Den. Rel. (DR%)	Frec. (F%)	Frec. Rel. (FR%)	Cobertura (cob.%)	Cob. Rel. (CR%)	Valor de Importancia (VI%)
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	16	18,18	1	12,5	0,5	31,89	62,57
<i>Croton sp.</i>	35	39,77	1	12,5	0,137	8,74	61,01
<i>Capparis incana</i>	5	5,68	1	12,5	0,281	17,92	36,10
<i>Randia aculeata</i>	7	7,95	1	12,5	0,231	14,73	35,19
<i>Zanthoxylum fagara</i>	12	13,64	1	12,5	0,01	0,64	26,77
<i>Zizyphus amole</i>	3	3,41	1	12,5	0,137	8,74	24,65
<i>Acacia collinsii</i>	5	5,68	0,5	6,25	0,093	5,93	17,86
<i>Apoplanesia paniculata</i>	3	3,41	0,5	6,25	0,093	5,93	15,59
<i>Senna atomaria</i>	1	1,14	0,5	6,25	0,043	2,74	10,13
<i>Capparis baducca</i>	1	1,14	0,5	6,25	0,043	2,74	10,13
<b>TOTAL</b>	<b>88</b>	<b>100</b>	<b>8</b>	<b>100</b>	<b>1,568</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Hierbas	No. Ind.	Den. Rel. (DR%)	Frec. (F%)	Frec. Rel. (FR%)	Cobertura (cob.%)	Cob. Rel. (CR%)	Valor de Importancia (VI%)
<i>Ruellia nudiflora</i>	71	40,11	0,83	21,84	1,114	19,70	81,66
<i>Lasiacis nigra</i>	16	9,04	0,66	17,37	2,01	35,55	61,96
<i>Arrabidaea floribunda</i>	7	3,95	0,83	21,84	1,75	30,95	56,75
<i>Acalypha sp.</i>	46	25,99	0,66	17,37	0,531	9,39	52,75
<i>Crossopetalum uragoga</i>	31	17,51	0,33	8,68	0,125	2,21	28,41
<i>Byttneria sp.</i>	2	1,13	0,33	8,68	0,083	1,47	11,28
<i>Aechmea bracteata</i>	4	2,26	0,16	4,21	0,041	0,73	7,20
<b>TOTAL</b>	<b>177</b>	<b>100</b>	<b>3,8</b>	<b>100</b>	<b>5,654</b>	<b>100</b>	<b>300</b>



### 6) 800 m al NO de la Central Eólica La Venta I

Este sitio de muestreo corresponde a un pastizal con individuos arbóreos aislados, los cuales formaban parte de la vegetación que originalmente se encontraba en dicho lugar, en el Cuadro IV.2.2.1-1 este sitio esta considerado como área agropecuaria (Fotografía 7).

Tomando como base los datos presentados en el Cuadro IV.2.2.1-7, el estrato arbóreo que se encontró en el sitio de muestreo es monoespecífico, siendo *Prosopis laevigata* la especie característica; el arbustivo que tiene una altura máxima de 2 m y que está representado por *Acacia cochliacantha* y *Jacquinia macrocarpa* como especies principales. El estrato herbáceo es el mejor representado, éste no alcanza un gran tamaño (aproximadamente 60 cm), y en la mayoría de los casos tiende a ser casi monoespecífico, en este sitio *Panicum laxiflorum* es la especie principal, teniendo como acompañantes a *Chloris virgata*, *Gomphrena decumbens*, *Tagetes erecta*, *Panicum laxum* y *Cardispermum grandiflorum*.

Cabe resaltar que la aparición de los individuos de *Prosopis laevigata* nos hace referir que en el pasado el tipo de vegetación que se encontraba cubriendo este sitio tenía tendencia a ser una especie de matorral espinoso.

**Cuadro IV.2.2.1-7. Parámetros estructurales del área agropecuaria, ubicada a 800 m al NO de la Central Eólica La Venta I**

Árboles	No. Ind.	Den. Rel. (DR%)	Frec. (F%)	Frec. Rel. (FR%)	Cobertura (cob.%)	Cob. Rel. (CR%)	Valor de Importancia (VI%)
<i>Prosopis laevigata</i>	1	100	0,5	100	0,043	100	300
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>100</b>	<b>0,5</b>	<b>100</b>	<b>0,043</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Arbustos	No. Ind.	Den. Rel. (DR%)	Frec. (F%)	Frec. Rel. (FR%)	Cobertura (cob.%)	Cob. Rel. (CR%)	Valor de Importancia (VI%)
<i>Acacia cochliacantha</i>	17	58,62	1	40	0,375	53,65	152,27
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	11	37,93	1	40	0,281	40,20	118,13
<i>Prosopis laevigata</i>	1	3,45	0,5	20	0,043	6,15	29,60
<b>TOTAL</b>	<b>29</b>	<b>100</b>	<b>2,5</b>	<b>100</b>	<b>0,699</b>	<b>100</b>	<b>300</b>



Hierbas	No. Ind.	Den. Rel. (DR%)	Frec. (F%)	Frec. Rel. (FR%)	Cobertura (cob.%)	Cob. Rel. (CR%)	Valor de Importancia (VI%)
<i>Panicum laxiflorum</i>	700	66,35	1	24,10	19,791	60,07	150,52
<i>Chloris virgata</i>	280	26,54	1	24,10	9,479	28,77	79,41
<i>Gomphrena decumbens</i>	54	5,12	1	24,10	2	6,07	35,29
<i>Tagetes erecta</i>	7	0,66	0,66	15,90	0,166	0,50	17,07
<i>Panicum laxum</i>	13	1,23	0,33	7,95	1,145	3,48	12,66
<i>Cardiospermum grandiflorum</i>	1	0,09	0,16	3,86	0,364	1,10	5,06
<b>TOTAL</b>	<b>1055</b>	<b>100</b>	<b>4,15</b>	<b>100</b>	<b>32,945</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

### Usos de la flora silvestre (especies de uso local y de importancia para etnias o grupos locales y especies de interés comercial) y especies tóxicas en la zona

Dentro del área que comprende la zona de estudio se encontraron un total de 65 especies que tienen diferentes tipos de uso local en las comunidades aledañas (Avendaño, 1989), estas especies se encuentran comprendidas en 57 géneros pertenecientes a 33 familias de plantas vasculares (Anexo IV.2.2.1-2).

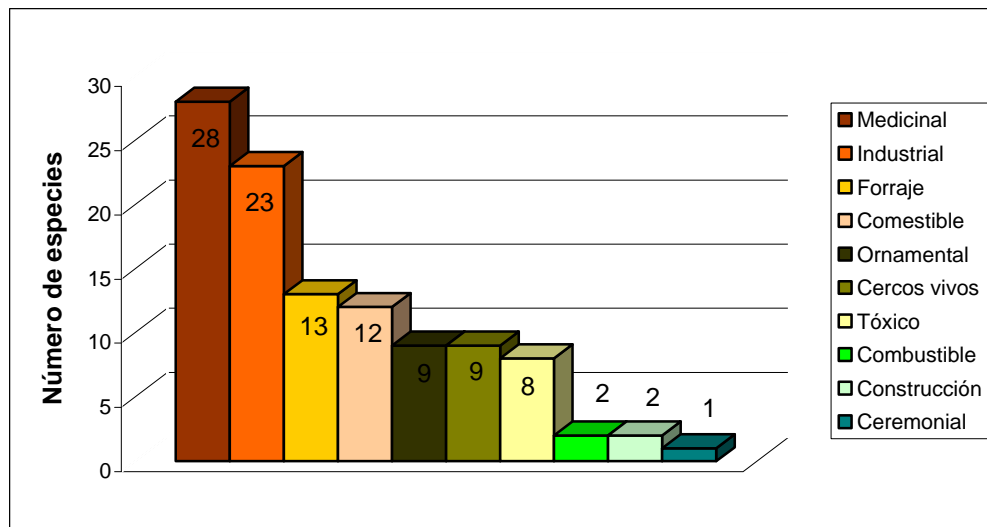
Las Figuras IV.2.2.1-1 y IV.2.2.1-2, muestran la distribución de las especies de acuerdo con los diferentes tipos de usos que se les da en la zona. De las 65 especies que se registraron, 28 de éstas (que equivalen al 43 %) son utilizadas como medicinales, esta categoría enmarca todas aquellas plantas silvestres que son utilizadas para mejorar el estado de salud. El 35 % (23 especies) son utilizadas de manera industrial, es decir, sirven de materia prima para la obtención de un producto manufacturado. Dentro de la categoría de forraje se registraron 13 especies (20%), en esta categoría se incluyen todas aquellas especies que son utilizadas en la alimentación de las diferentes clases de ganado. Comestible, esta categoría engloba a aquellas plantas que satisfacen las necesidades alimenticias humanas como lo son las frutas, verduras y semillas, éstas conforman el 18 % del total que equivale a 12 especies.

Con usos de ornamental y cercos vivos se registraron 9 especies (14% del total) respectivamente, en la categoría ornamental se incluyen las especies que satisfacen el sentido de belleza y

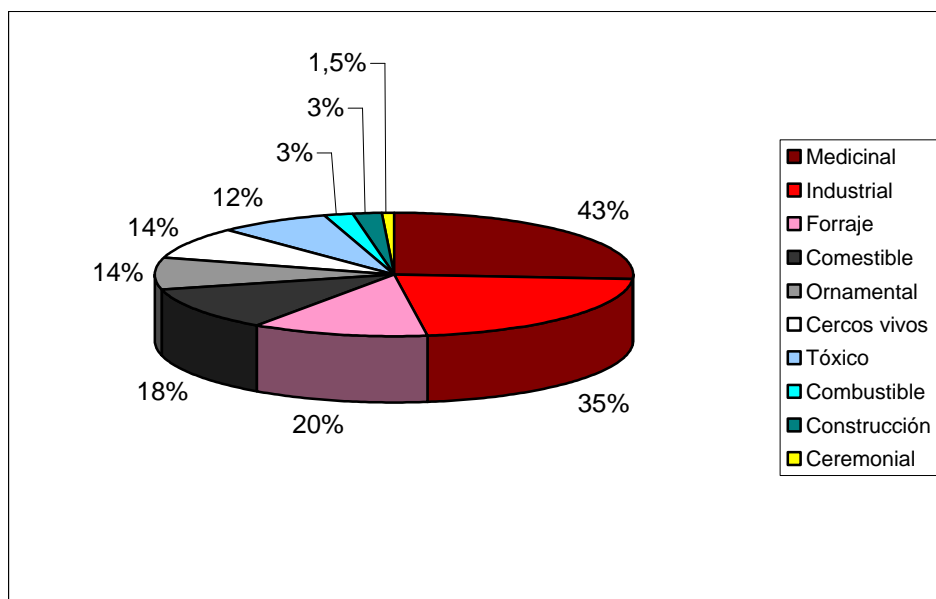


decoración (flores y follajes), y como cercos vivos a todas aquellas que sirven de postes o barreras para delimitar un predio de otro. En la categoría de tóxico se registraron 8 especies (12%), en ésta se incluyen aquellas en las que alguna parte de la planta es tóxica principalmente para los animales.

En las categorías de combustible y construcción se tienen 2 especies respectivamente, lo que equivale al 3 % para cada categoría, como combustible se entiende las usadas como leña y construcción aquellas utilizadas principalmente en la construcción de viviendas. Como ceremoniales se tiene sólo una especie, esta categoría comprende aquellas especies usadas para hacer ofrendas, adornos religiosos y cívicos.



**Figura IV.2.2.1-1. Número de especies de plantas vasculares por categoría, registradas para la zona de estudio**



**Figura IV.2.2.1-2. Porcentaje de especies de plantas vasculares, en cada una de las distintas categorías.**

### **Flora endémica o bajo algún estatus de protección especial**

En el estado de Oaxaca se concentra la mayor riqueza de flora del país. Rzedowski (1979), estima la riqueza de la flora de México en aproximadamente 30 000 especies de plantas, y al menos la mitad de dicha riqueza está representada en el estado de Oaxaca. El estado se caracteriza también por presentar un alto grado de endemismos, entre los que destacan especies de cactáceas, orquídeas, encinos y coníferas.

De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2001, se registró una sola especie en la categoría de Amenazada. Esta especie se localizó en el sitio de muestreo dos (4 km al E del poblado El Zapote), y se trata de *Tabebuia chrysantha* que pertenece a la familia Bignoniaceae, esta especie se registró como componente del bosque tropical caducifolio.



Cabe aclarar que aunque el sitio de muestreo en donde se localizó esta especie se encuentra dentro de los 5 km de radio considerados como área de estudio, se considera su hábitat no se verá afectado de manera directa por el proyecto.





#### **IV.2.2.2. Fauna**

En la presente sección se atiende a la fauna como uno de los componentes del medio natural que pueden ser impactados por los trabajos de construcción, operación y mantenimiento del P.E. La Venta II.

En el sitio donde se pretende realizar la construcción del P.E. La Venta II, fue detectada la presencia de 128 especies de aves, 26 especies de mamíferos, 2 especies de anfibios y 7 especies de reptiles. Desde el punto de vista faunístico, la región donde se realizará el proyecto está comprendida en la Provincia florístico-faunística Istmo de Tehuantepec (García y Torres, en prensa), la cual abarca las tierras bajas entre la sierra atravesada y el mar muerto. La fauna de vertebrados está representada, en su mayoría, por especies de origen neotropical que tienen amplia distribución en la región.

La región donde se pretende desarrollar el P.E. La Venta II, presenta cierto grado de perturbación en los tipos de vegetación. En la actualidad, la vegetación original de la región se encuentra fuertemente transformada. En el área de estudio la mayor parte de la superficie está ocupada por áreas agrícolas (55,6%) y acahual de bosque tropical caducifolio (ABTC) (22,5%), con un estado de desarrollo serial en el que dominan los elementos arbustivos, presentando una fisonomía de matorral, además de bosque tropical caducifolio (21%). El acahual de BTC, se ha venido desarrollando en tierras de labranza que han sido abandonadas en años recientes. Sobre las partes montañosas de los extremos NW y NE del área de estudio, existen áreas bien conservadas de bosque tropical caducifolio. Los terrenos que contempla ocupar el P.E. La Venta II, corresponden a áreas agrícolas y acahual de bosque tropical caducifolio. El paisaje de la región está complementado por las áreas urbanas de La Venta, y Santo Domingo Ingenio.



## AVIFAUNA

A pesar de las transformaciones ocurridas en la región, en el área se ha registrado una alta diversidad de aves. Gran parte de esta riqueza, está asociada con ambientes de zonas inundables, y bosques de galería, o ambientes con cierto grado de complejidad estructural, como los acahuals. La presencia de una gran cantidad de especies de aves puede deberse a que el predio esta dentro de la ruta de migración de aves más grande del mundo, y a que en las inmediaciones del sitio existe una gran extensión de bosque tropical caducifolio con buena cobertura arbórea y manchones de acahual, las cuales pueden estar funcionando como reservorios importantes, aportando gran parte de las especies. Además de estos manchones de vegetación arbórea no existen otros elementos de la vegetación importantes para la fauna.

### Método

Para realizar el análisis de la avifauna presente en el área donde se construirá el proyecto, se obtuvieron datos sobre las aves de la región mediante registros visuales y auditivos. Para lo anterior se realizaron recorridos en transectos y puntos de conteo durante las primeras horas del día, en todos los tipos de hábitat.

Las especies registradas fueron identificadas empleando binoculares (10x50) y las guías de campo de Peterson y Chalif (1985), National Geographic (2001), y Howell y Webb (1995). Se siguió la taxonomía y nomenclatura propuesta en la lista de verificación de la Unión Americana de Ornitólogos (AOU, 2003). Para cada una de las especies registradas se consideró la fecha y tipo de hábitat en la que fue observada.

Con base en los trabajos de Howell y Webb (1995), Peterson y Chalif (1989), y la información obtenida durante el trabajo de campo, se realizó un análisis de la estacionalidad de la avifauna. El nombre común de las especies fue tomado principalmente de Escalante *et al.* (1996), y Howell y



Webb (1995). La utilidad económica o uso que se hace de las aves se obtuvo de la Guía de aves Canoras y de Ornato (INE-CONABIO, 1997).

Se realizaron recorridos en el predio y su área de influencia durante los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre del 2003. Tomando como base el estudio de vegetación para la zona del proyecto, se determinaron las áreas donde realizar los muestreos, en conjunto con los grupos de mastozoología y herpetología. Se seleccionaron tipos de hábitat con base en los tipos de vegetación registrados en el área estudio, debido a que son los más representativos del área. El análisis sobre el estatus de riesgo en que se encuentra la avifauna en el área se realizó con base en la NOM-059-SEMARNAT 2001 (SEMARNAT, 2002), IUCN (2003) y CITES (2003).

## **Resultados**

Con base en la revisión bibliográfica, se realizó una lista potencial de especies que pudieran encontrarse en el área de estudio. Para efectos prácticos, la información de las especies potenciales y las que fueron registradas durante los muestreos de campo se presentan por separado.

### **Lista Potencial de Aves**

Se realizó una revisión bibliográfica sobre estudios de aves reportadas para el Istmo de Tehuantepec. A partir de un trabajo previo realizado en el área de estudio y con la guía de Howell y Web, se registraron un total de 453 especies de aves potenciales para el área de estudio (Anexo IV.2.2.2-1).

La riqueza avifaunística registrada en la literatura para el presente estudio representa aproximadamente el 33,5 % (453 especies) de la avifauna que ocurre en todo el país. De ese porcentaje, 128 especies fueron observadas en todos los tipos de hábitat en el predio y el área de



influencia del presente estudio; las 325 especies restantes potencialmente pueden ocurrir en la zona de estudio (Anexo IV.2.2.2-2). Debe considerarse que dependiendo de las diferentes estaciones del año, la riqueza de especies en la zona puede variar debido a que muchas especies son migratorias.

## **Avifauna observada**

### **Composición taxonómica de la avifauna y estatus de residencia**

En el área de estudio del proyecto se detectó la presencia de 128 especies, pertenecientes a 10 órdenes y 38 familias. De éstas en el predio se registraron 116 especies incluidas en 10 órdenes y 35 familias.

Las especies de aves registradas con más frecuencia en el predio fueron: la tórtola colilarga (*Columbina inca*), el zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*) y el gorrión cachetinegro (*Aimophila ruficaudas*). La mayoría de los individuos de estas especies fueron observados en los transectos que se realizaron en el área de influencia.

### **Estatus de residencia de la avifauna**

La mayor cantidad de especies observadas durante el trabajo de campo (86) son residentes permanentes (permanecen durante todo el tiempo en la región), de las cuales 79 fueron observadas en el predio, el número de especies visitantes de invierno es de 34 (especies que se reproducen en la región norte de América y que pasan el invierno en las zonas neotropicales del continente), de las cuales 30 se presentaron en el predio. Respecto a las migrantes transitorias, ocho especies se observaron en el área de estudio, de las cuales seis fueron registradas en el predio (especies migrantes neárticas que únicamente cruzan esta región para llegar a Centro y Sudamérica); y no se registraron especies residentes de verano (que pasan el verano en las



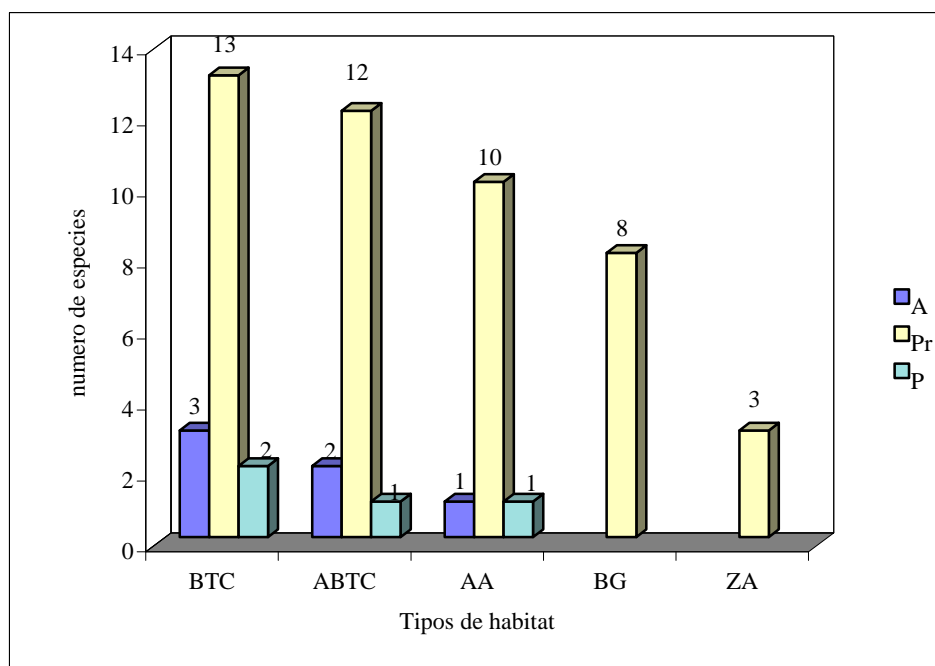
localidades de estudio). Solamente se presentó una especie con categoría de visitante no reproductivo (Cuadro IV.2.2.2-1).

<b>Cuadro IV.2.2.2-1. Numero de especies de aves residentes y estacionales registradas en el predio y el área de estudio</b>		
<b>Estacionalidad</b>	<b>En el área de estudio</b>	<b>Dentro del predio</b>
Residente	85	79
Visitante de Invierno	34	30
Migrante transitorio	8	6
Visitante no reproductivo	1	1
<b>Total</b>	<b>128</b>	<b>116</b>

### **Especies protegidas**

En la zona de influencia y dentro del predio del P.E. La Venta II, se observaron un total de 128 especies de aves (Anexo IV.2.2.2-1). Se detectaron 5 tipos de hábitat en el predio. En los 5 ambientes muestreados, se registró un total de 116 especies, de éstas entre 16 y 20 especies utilizan el predio y están listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 (Figura IV.2.2.2-1). De éstas, cuatro se encuentran en la categoría de amenazadas, el colorín azul y rosa (*Passerina rositae*), el milano migratorio (*Ictinea mississippiensis*), el milano plumizo (*Ictinea plumbea*), y el perico aliverde (*Aratinga holochlora*). Además el troglodita selvático cuevero (*Hylorhilus navai*) y el gorrión oaxaqueño istmico (*Aimophila sumuchastri*), se encuentran en la categoría de peligro de extinción; y 15 especies más se encuentran en la categoría bajo protección especial: la cigüeña americana (*Mycteria americana*), el milano caracolero (*Rostrhamus sociabilis*), la aguililla negra menor (*Buteogallus anthracinus*), el aguililla coliblanca (*Buteo albicaudatus*), el milano piquiganchudo (*Chondrohierax uncinatus*), la aguililla coliroja (*Buteo jamaicensis*), el gavilán pechirrufo menor (*Accipiter striatus*), el gavilán pechirrufo mayor (*Accipiter cooperii*),

la aguililla migratoria mayor (*Buteo swainsoni*), el aguililla ala ancha (*Buteo platypterus*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), la chachalaca ventriblanca (*Ortalis leucogastra*), el carpintero grande cabecirojo (*Campephilus guatemalensis*), la perлита tropical (*Poliioptila plumbea*).



**Figura IV.2.2.2-1. Número de especies por tipo de hábitat con estatus de conservación en el área de estudio propuesta para el P.E. La Venta II (BTP = Bosque tropical caducifolio. ABTP = acahual de bosque tropical caducifolio. ZA = zonas acuáticas. PA = pastizal. BG = bosque de galería y AA = áreas agrícolas).**

Solo dos de las especies que fueron observadas en el trabajo de campo están consideradas por el CITES, el halcón peregrino (*Falco peregrinus*) se encuentra en el Apéndice I, y la chachalaca vetula (*Ortalis vetula*) en el Apéndice III (Cuadro IV.2.2.2-2).



Se registraron dos especies con algún estatus de conservación dentro del libro rojo de especies amenazadas 2003, (UICN, 2003). El gorrión Oaxaqueño Istmico (*Aimophila sumichrasti*) está contemplado dentro de la categoría de riesgo bajo (Lower Risk), y el troglodita selvático bajoño (*Hylorchylus navai*) dentro de la categoría de amenazada (Cuadro IV.2.2.2-2). Solo se registró una especie que es utilizada para comercio nacional e internacional, la chachalaca vetula (*Ortalis vetula*), que alcanza precios muy altos ya que es considerada exótica por coleccionistas.

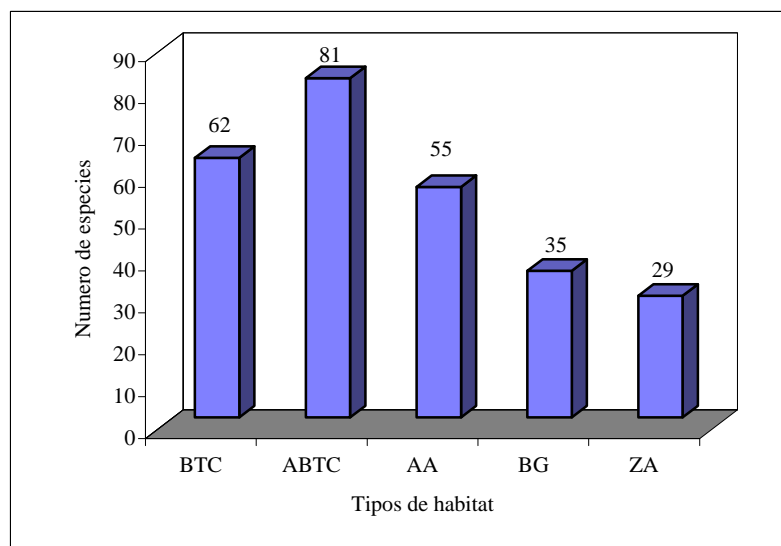
**Cuadro IV.2.2.2-2. Especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, libro rojo de especies amenazadas UICN, y CITES 2003**

NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059	STATUS DE RESIDENCIA	CITES	IUCN
<i>Mycteria americana</i>	Pr	Vi		
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Pr	R		
<i>Accipiter striatus</i>	Pr	Vit		
<i>Accipiter cooperi</i>	Pr	Vit		
<i>Rosthramus sociabilis</i>	Pr	R		
<i>Ictinia mississippiensis</i>	A	T		
<i>Ictinea plumbea</i>	A	Vit		
<i>Buteo jamaicensis</i>	Pr	R		
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Pr	R		
<i>Buteo albicaudatus</i>	Pr	R		
<i>Buteo platypterus</i>	Pr	Vit		
<i>Buteo swainsoni</i>	Pr	Vit		
<i>Falco peregrinus</i>	Pr	Vit	I	
<i>Ortalis vetula</i>		R	III	
<i>Ortalis leucogastra</i>	Pr	R		
<i>Aratinga holochlora</i>	A	R		
<i>Campephilus guatemalensis</i>	Pr	R		
<i>Hylorchylus navai</i>	P	R		EN
<i>Poliophtila plumbea</i>	Pr	R		
<i>Aimophila sumichrasti</i>	P	R		LR
<i>Passerina rositae</i>	A	R		

NOM-059-SEMARNAT-2001: Pr= Con alguna protección especial; A= Amenazada; P= En peligro de extinción. Especies Cites: Apéndice I, Apéndice III. Libro rojo especies amenazadas: LR= Lower risk (riesgo bajo); EN= endangered (amenazada). Se siguió la nomenclatura de Howell and webb 1992 donde: Vi = visitante de invierno; R = Residente; Vit = Visitante de Invierno transitorio; T = Transitorio.

### Distribución de la avifauna por tipo de vegetación

Con respecto a la distribución espacial de la avifauna, la información de las observaciones directas indicó que a escala regional, el acahual de bosque tropical caducifolio (ABTC) y las áreas agrícolas (AA), son los tipos de hábitat que presentan la mayor riqueza de especies de aves con 81 y 55 respectivamente; en tanto el bosque tropical caducifolio (BTC) que se encuentra dentro del área de influencia, representa el tercer tipo de hábitat con mayor riqueza de avifauna con 62 especies, mientras que en el bosque de galería y los ambientes acuáticos se registraron 35 y 29 especies respectivamente (Figura IV.2.2.2-2).



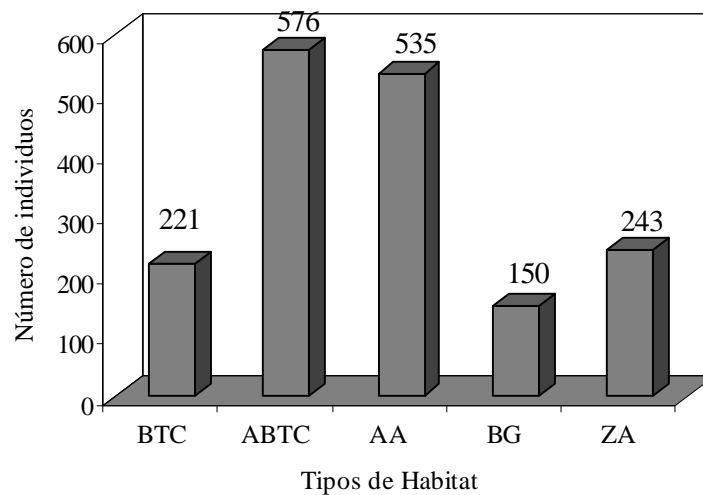
**Figura IV.2.2.2-2. Numero de especies por tipo de hábitat en el área de estudio del P.E. La Venta II.**

Respecto a los individuos por tipo de vegetación, solo se tomaron en cuenta los individuos que de alguna manera usaban los diferentes tipos de vegetación, y no los que sobrevolaban el predio como son las rapaces migratorias.





Se registró un total de 908 732 individuos de aves de diferentes especies, durante los muestreos realizados. La mayoría de los individuos identificados pertenecían principalmente a seis especies de rapaces migratorias, las cuales fueron registradas migrando por el predio, sin embargo éstas no fueron tomadas en cuenta en el análisis por tipo de hábitat. El tipo de hábitat que presentó el mayor numero de individuos fue el ABTC con 576; en las áreas agrícolas se registraron 535; en las lagunas aisladas dentro del predio 243 individuos y en el BTC 221 individuos. El sitio con menor numero de individuos observados fue el bosque de galería con 150 (Figura IV.2.2.2.2-3).



**Figura IV.2.2.2-3 Número de individuos por tipo de hábitat en el área de estudio propuesta para el P.E. La Venta II.**

## Discusión

Los elementos de vegetación secundaria ofrecen refugio a algunas especies de fauna silvestre, las cuales pueden estar estrechamente relacionadas con la complejidad de los estados de sucesión. En el caso de las aves, los estados de sucesión son muy importantes, ya que entre más complejo estructuralmente sea el sistema, ofrece mayores sitios de refugio para este grupo.



A pesar de que la vegetación del predio donde se construirá el proyecto eólico, está lejos de ser un remanente continuo de bosque tropical caducifolio, los manchones que se encuentran en el área de estudio, funcionan para mantener la biodiversidad como un elemento que añade heterogeneidad ambiental al paisaje, que funciona como refugio y como sitio de anidación, además de proveer alimento a algunas especies de aves asociadas a los acahuales, como es el caso del aguililla caminera (*Buteo magnirostris*). Dichas áreas se mantienen como manchones de ABTC con algunos elementos de BTC. Estos manchones muestran diferentes tamaños y grados de aislamiento.

Los manchones de acahuales presentan un tamaño reducido en superficie, la agrupación de éstos crea un sistema de paso para las aves entre manchones, lo cual les permite llegar a la vegetación primaria (BTC). La composición del paisaje en el predio esta formada por un mosaico, que muchas especies de aves usan para realizar movimientos (migraciones) locales entre parches de vegetación y entre parches y árboles en pie; y algunas especies pueden estar presentes por determinado tiempo en el área y desplazarse a otros manchones de la misma región geográfica. Sin embargo, hay otras especies que usan permanentemente el área del predio y sus alrededores como sitio territorial, tal es el caso de la aguililla cangrejera (*Buteogallus anthracinus*), el aguililla gris (*Buteo magnirostris*), y el aguililla gris (*Asturnina nitida*), que pueden estar utilizando los manchones de vegetación como sitios de anidación. A pesar de que la zona del predio es un ambiente perturbado, en los alrededores se encuentran sitios de BTC conservados, los cuales desempeñan un papel importante para las aves residentes, en especial los chipes y las rapaces. Para las aves migratorias se sabe que en general el número de especies migratorias es mayor en hábitats perturbados, que en sus contrapartes de ambientes no perturbados (Petit, *et al.*, 1993; Morse y Robinson, 1999).

En el área de estudio, se registraron un total de 128 especies de aves. De este total, 112 especies presentan una amplia distribución geográfica en México, solo el troglodita selvático cuevero (*Hylorchylus navai*), el gorrión oaxaqueño istmico (*Aimophila sumichrasti*), y el colorín azul rosa (*Passerina rositae*) son especies endémicas del istmo de Tehuantepec, presentando una



distribución restringida al SW del país. Estas tres especies y las aves rapaces, pueden ser consideradas como las aves más frágiles en el área de estudio, ya que son especies con bajos niveles de fecundidad que suelen presentar densidades muy bajas.

La riqueza de aves registrada para el sitio de estudio se puede explicar considerando que el predio donde se construirá el P.E. La Venta II, se encuentra ubicado en la ruta migratoria más importante del mundo (Zalles y Bildstein, 2000), donde se juntan todas las rutas migratorias de México y Norte América. Hay pocos espectáculos tan llamativos como observar miles de aves, muchas veces de diferentes especies, cruzando el cielo en una línea continua que abarca cientos de kilómetros de extensión, todas dirigiéndose hacia un mismo lugar. Son famosas las migraciones de aves rapaces que cruzan Israel rumbo al África, o el Istmo de Tehuantepec al sur de México rumbo a Sudamérica (Zalles y Bildsten, 2000). Esto nos indica que las aves migran siguiendo caminos o rutas muy precisas, las cuales son utilizadas por miembros de diferentes órdenes y que siguen, por lo general, alguna característica importante de la superficie terrestre, como la cuenca de un gran río, una cadena montañosa o la costa; estas rutas proveen condiciones favorables y poca probabilidad de disturbios atmosféricos que las desvíen.

Las aves migratorias de Estados Unidos y Canadá invernan generalmente en México y América Central y llegan a su destino siguiendo las rutas que dependen de su lugar de origen: las del este lo hacen a través del Golfo de México o siguiendo la cuenca del río Mississippi, las del oeste a través de las Montañas Rocosas y las montañas de México, y las del Pacífico utilizan la costa o el mar abierto. La ruta migratoria que las aves siguen para regresar a sus terrenos de reproducción, puede ser diferente de la que usaron para llegar a los sitios de internación. Esto se debe en gran parte a que las condiciones ambientales son distintas en las diferentes estaciones del año. Sin embargo las rutas de migración siempre, o casi siempre, tocan los mismos puntos. Se ha visto además que, de las aves migratorias norteamericanas más del 25% invernan solamente en México, alrededor del 20% lo hacen en México y Centroamérica, 16% en Centroamérica y el Caribe y el porcentaje restante lo hace en México y las islas del Caribe o en Sudamérica, siendo especialmente notable la casi total ausencia de aves migratorias norteamericanas en la región



Amazónica. Podemos decir, por lo tanto, que México, especialmente sus costas y montañas, es el lugar más importante de refugio para las aves migratorias de Estados Unidos y Canadá, como lo han demostrado los estudios recientes de investigadores estadounidenses como Rappole (1995), Morton (1998), Greenberg y Lynch (1998) y Hutto (2000).

El Istmo de Tehuantepec es particularmente importante para la migración de aves, ya que es el lugar donde convergen todas las rutas migratorias de las aves durante el otoño; de hecho, en los conteos realizados para este estudio, durante el mes de octubre y noviembre se contaron 690 mil individuos en un solo día, a 2 km de donde actualmente se encuentran los 7 aerogeneradores. Las megaparvadas, corresponden principalmente a tres especies de aves rapaces (el zopilote aura, el aguililla de swainson y el aguililla de alas anchas), cabe señalar que solo se realizaron conteos durante el día ya que otras especies de aves migran exclusivamente de noche. Debido a la importancia del sitio como ruta migratoria dentro de este estudio, también se muestrearon otros sitios dentro del Istmo de Tehuantepec, y se realizaron observaciones buscando la ruta migratoria desde la ciudad de Cardel en Veracruz, que es el sitio a escala mundial con mas especies de aves migratorias registradas, registrándose más de 5 millones en el año 2002 (Ruelas, *com. pers.*).

El predio también se encuentra dentro del área denominada The Isthmus of Tehuantepec, se encuentra en la categoría de Áreas Endémicas de Aves en el Mundo reconocidas por BIRDLIFE INTERNATIONAL (Stattersfield *et al*, 1998); por ello, el sitio forma parte de un corredor biológico de gran importancia para el flujo de especies residentes y principalmente migratorias.

En el predio y el área de influencia se registraron 21 especies de aves bajo status de conservación. Cabe aclarar que nueve de éstas, fueron registradas cuando sobrevolaban el predio. De las especies registradas, el halcón peregrino y los gavilanes pechirufos mayor y menor, son especies visitantes de invierno, fueron vistos en vuelo de paso y se observaron cazando dentro del predio. El milano de mississippi, el aguililla de alas anchas y el aguililla de swanson así como la cigüeña americana (*Mycteria americana*), fueron detectadas mediante observaciones directas cuando sobrevolaban el predio en su ruta migratoria, estas especies podrían ser las más



afectadas durante la construcción y operación del proyecto. Estas son especies visitantes de invierno. En el caso de especies residentes, el aguililla cola blanca ocupa perchas aisladas dentro del predio y fue detectada mientras volaba, aunque es frecuente verla perchada en los árboles mas altos que existen en el predio.

## MAMÍFEROS

### Método

Para determinar la composición taxonómica de los mamíferos que podrían ser afectados por el Proyecto Eólico La Venta II, se procedió a elaborar la **lista preliminar** de las especies con **distribución potencial en la región**, tomando en cuenta la distribución histórica de las especies; para ello se revisaron documentos especializados como los de Hall (1981) y Goodwin (1969), para las especies de mamíferos. Mediante una primera visita al área de estudio, se evaluó la calidad del hábitat y se determinaron los sitios y protocolos de muestreo. Para el caso de los mamíferos los muestreos se realizaron usando tanto métodos directos como indirectos.

### *Métodos directos*

Los muestreos de mamíferos se realizaron estableciendo tres transectos de trampeo, cada uno de los cuales estuvo conformado por 50 estaciones de trampeo, con separación de 10 m entre estaciones, cubriendo una longitud total de 500 m por transecto; en cada estación de trampeo fue colocada una trampa tipo "Sherman", usada para la captura de animales vivos. Los transectos fueron ubicados dentro del bosque tropical caducifolio, el acahual y áreas agrícolas. Para la captura de murciélagos se usaron redes ornitológicas. El redeo de murciélagos solo pudo realizarse dentro del área de bosque, debido a que los vientos impedían hacerlo en el acahual y en las áreas agrícolas. Todos los animales capturados fueron identificados y liberados en el mismo lugar de su captura. Debido a que los muestreos de campo coincidieron con un periodo de



lluvias en que el Río Espíritu Santo se desbordó, no fue posible realizar muestreos de fauna en el bosque de galería; sin embargo, cabe mencionar que este tipo de vegetación cubre una superficie muy pequeña en el área de estudio, se presenta en forma discontinua a lo largo del cauce del Río Espíritu Santo, y ocupa una franja muy angosta, menor a 3 m a cada lado del cauce.

### ***Métodos indirectos***

Estos métodos consistieron en la búsqueda de huellas, rascaderos, excretas, echaderos y madrigueras. Para ello se realizaron recorridos tratando de identificar rastros y huellas de mamíferos medianos. La identificación de rastros se realizó mediante las guías de campo de Aranda (1987, 2000).

### **Resultados**

Durante los muestreos realizados para identificar las especies de mamíferos que se encuentran en el área de estudio, en total se corroboró la presencia de 22 especies de mamíferos, de las cuales 17 fueron registradas mediante métodos directos y cinco por medio de rastros; la presencia de cinco especies más en la región ha sido registrada por otros estudios (Goodwin, 1969), y en la Colección de Mamíferos del Museo de Zoología Alfonso L. Herrera, y la Colección Mastozoológica del Sureste de México (ECOSUR-SC); otras 48 especies tienen distribución potencial en el área de estudio (Cuadro IV.2.2.2-3), la mayoría de las cuales (38 especies) están asociadas al bosque tropical caducifolio.

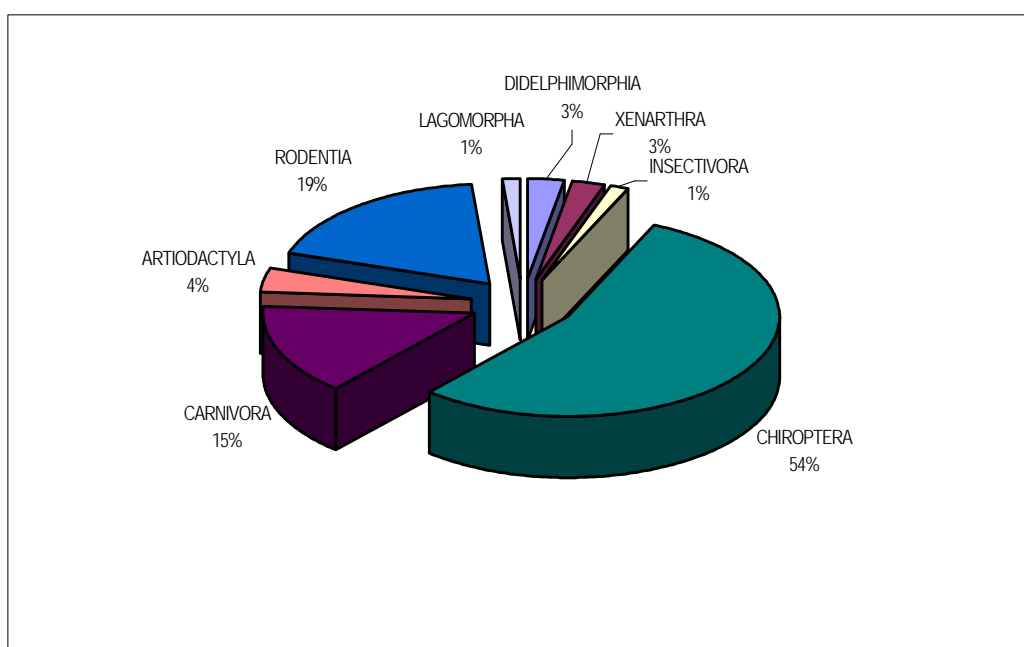


<b>Cuadro IV.2.2.2-3. Número de especies de mamíferos, por orden, familia, registradas y de distribución potencial, en el área de estudio del P.E. La Venta II.</b>					
ORDEN	FAMILIA	NÚMERO DE ESPECIES			
		REGISTRADAS		Potenciales	Total
		Método			
Directo	Indirecto				
DIDELPHIMORPHIA	DIDELPHIDAE			1	1
	MARMOSIDAE		1		1
XENARTHRA	DASYPODIDAE			1	1
	MYRMECOPHAGIDAE		1		1
INSECTIVORA	SORICIDAE			1	1
CHIROPTERA	EMBALLONURIDAE			4	4
	NOCTILIONIDAE			1	1
	MORMOOPIDAE	4			4
	PHYLLOSTOMIDAE	7		15	22
	NATALIDAE			1	1
	VESPERTILIONIDAE			5	5
	MOLOSSIDAE			4	4
CARNIVORA	CANIDAE			2	2
	FELIDAE		1	1	2
	MUSTELIDAE			4	4
	PROCYONIDAE		2	1	3
ARTIODACTYLA	TAYASSUIDAE	1			1
	CERVIDAE	1		1	2
RODENTIA	SCIURIDAE	1			1
	GEOMYIDAE			1	1
	HETEROMYIDAE	1			1
	MURIDAE	1		9	10
	ERETHIZONTIDAE			1	1
LAGOMORPHA	LEPORIDAE	1			1
	<b>TOTALES</b>	<b>17</b>	<b>5</b>	<b>53</b>	<b>75</b>

### Composición taxonómica de la mastofauna

De acuerdo con la información bibliográfica, en el área de estudio se reportan 75 especies de mamíferos con distribución potencial, pertenecientes a 8 órdenes, 24 familias y 61 géneros. Los

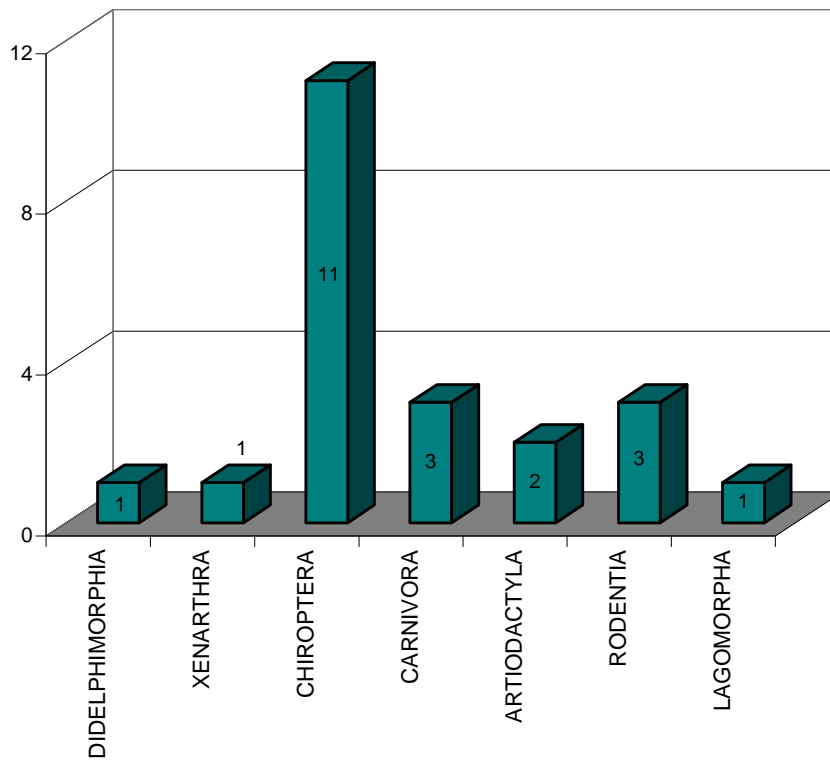
grupos mejor representados, en cuanto a número de especies, son los murciélagos (Chiroptera) con 41 especies, y los roedores (Rodentia) con 14 especies (Figura IV.2.2.2-4), seguidos por los carnívoros con 11 especies. La lista completa de las especies de mamíferos, tanto potenciales como observadas en el área de estudio del P.E. La Venta II, se presentan en el Anexo IV.2.2.2-3.



**Figura IV.2.2.2-4 Composición relativa de las especies de mamíferos potenciales para el área de estudio del P.E. La Venta II.**

Respecto a las especies **capturadas y observadas** en este estudio, se tienen registradas 22 especies, dentro de éstas el grupo de los murciélagos es el mejor representado con 12 especies (Figura IV.2.2.2-5). Esas 22 especies representan a 12 familias y 19 géneros. La lista de especies capturadas se muestra en el Cuadro IV.2.2.2-4.





**Figura IV.2.2.2-5 Número de especies de mamíferos capturadas y observadas en el predio y área de estudio del P.E. La Venta II.**



**Cuadro IV.2.2.2-4 Lista de especies observadas en el área de estudio del P.E. La Venta II.**

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	BTC	ABTC	AA
MARMOSIDAE	<i>Marmosa canescens</i> **	1	-	-
MYRMECOPHAGIDAE	<i>Tamandua mexicana</i> *	1	1	-
MORMOPIDAE	<i>Mormoops megalophylla</i>	1	1	1
	<i>Pteronotus davyi</i>	1	-	-
	<i>Pteronotus parnellii</i>	1	1	1
	<i>Pteronotus personatus</i>	1	-	-
PHYLLOSTOMIDAE	<i>Desmodus rotundus</i>	1	1	1
	<i>Choeroniscus godmani</i>	1	-	-
	<i>Glossophaga morenoi</i>	1	1	-
	<i>Artibeus intermedius</i>	1	1	-
	<i>Artibeus jamaicensis</i>	1	1	1
	<i>Artibeus lituratus</i>	1	-	-
	<i>Sturnira ludovici</i>	1	1	-
FELIDAE	<i>Puma concolor</i>	1	-	-
PROCYONIDAE	<i>Nasua narica</i>	1	1	1
	<i>Procyon lotor</i>	1	1	1
TAYASSUIDAE	<i>Pecari tajacu</i>	1	1	-
CERVIDAE	<i>Odocoileus virginianus</i>	1	1	1
SCIURIDAE	<i>Sciurus aureogaster</i>	1	1	-
HETEROMYIDAE	<i>Liomys pictus</i>	-	1	1
MURIDAE	<i>Peromyscus mexicanus</i>	1	-	-
LEPORIDAE	<i>Sylvilagus floridanus</i>	1	1	1
	Totales	21	15	9

Nota: \* = especie en peligro de extinción; BTC = bosque tropical caducifolio; ABTC = achual de bosque tropical caducifolio; AA = áreas agrícolas; \*\* = especie endémica.

### Distribución de los mamíferos de acuerdo con los tipos de hábitat

Para determinar la distribución espacial de las especies de mamíferos en el área de estudio, se tomaron en cuenta tanto los muestreos de campo como la información documental sobre historia natural, afinidad ecológica y tolerancia ambiental de cada una de las especies (Eisenberg 1989, Reid 1997, Emmons y Feer, 1996); además del grado de naturalidad y las condiciones de transformación que presentan los ambientes naturales en la región.



Considerando la **distribución potencial** de las especies de mamíferos en el área de estudio, el bosque tropical caducifolio es el tipo de hábitat que alberga el mayor número de especies de mamíferos con 62 (Cuadro IV.2.2.2-5); le sigue el acahual de bosque tropical caducifolio (ABTC) donde se distribuyen 47 especies; en tanto que las áreas agrícolas (AA) son ocupadas por 25 especies, de las cuales sólo 8 pueden considerarse como residentes de este tipo de ambientes (ver Anexo IV.2.2.2-3), el resto de las especies usan incidental o temporalmente las áreas agrícolas para alimentarse o desplazarse hacia otros ambientes.

Respecto a las **especies registradas** durante los muestreos de campo en el área de estudio, el bosque tropical caducifolio presentó la mayor riqueza específica con 21 especies (ver Cuadro IV.2.2.2-5.), siguiéndole en importancia el acahual de bosque tropical caducifolio con 16 especies y, finalmente las áreas agrícolas con 10 especies. El número de especies de mamíferos presentes en los terrenos agrícolas varía con el tipo y estado de desarrollo del cultivo, y la cercanía que tenga con las áreas de bosque y acahual.

<b>Cuadro IV.2.2.2-5. Distribución de los órdenes de mamíferos en los tipos de hábitat del área de estudio; entre paréntesis el número de especies potenciales.</b>			
<b>ÓRDEN</b>	<b>BTC</b>	<b>ABTC</b>	<b>AA</b>
DIDELPHIMORPHIA	1(1)	(1)	(1)
XENARTHRA	1(1)	1(1)	0
INSECTIVORA	(1)	(1)	0
CHIROPTERA	11(26)	7(17)	4(6)
CARNÍVORA	3(6)	2(4)	2(3)
ARTIODACTYLA	2(1)	2	1
RODENTIA	2(5)	2(8)	1(6)
LAGOMORPHA	1	1	1
<b>TOTALES</b>	<b>21(41)</b>	<b>15(32)</b>	<b>9(16)</b>

Nota: BTC: bosque tropical caducifolio; A: acahual de bosque tropical caducifolio; AA: áreas agrícolas.



De las 62 especies de mamíferos que se distribuyen **potencialmente** el bosque tropical caducifolio, 27 usan preferentemente este tipo de vegetación, el resto de las especies también se distribuyen en los otros hábitats. En el área de estudio existen potencialmente 16 especies que son generalistas en cuanto a requerimientos de hábitat y se les puede encontrar tanto en bosque, acahual y áreas agrícolas.

Los terrenos que se pretenden ocupar para la instalación del P.E. La Venta II, están cubiertos por acahual de bosque tropical caducifolio y áreas agrícolas, por ello, la fauna asociada a esos ambientes sería la que se vería directamente afectada por el proyecto; en total 48 especies de mamíferos se distribuyen **potencialmente** en esos dos ambientes, aunque el mayor número se concentra en el acahual de bosque tropical caducifolio. En este acahual hay cuatro especies exclusivas de este tipo de hábitat, otras ocho especies las comparte con las áreas agrícolas, 19 especies más las comparte con el bosque tropical caducifolio y alberga las 16 especies que podrían estar presentes en todos los ambientes del área de estudio. De estas 48 especies de mamíferos **potenciales**, 29 podrían verse afectadas directamente por el proyecto; de éstas, 9 especies son murciélagos. Respecto a otros grupos, 2 especies pertenecen a los carnívoros, 2 a roedores, 2 a artiodáctilos; y finalmente *Tamandua mexicana* (que pertenece a los xenártidos), *Didelphis marsupialis* (pertenece al grupo de los marsupiales), y *Sylvilagus floridanus* (dentro del grupo de los lagomorfos). Durante los muestreos en las áreas de cultivo se detectó la presencia de individuos ferales del ratón doméstico (*Mus musculus*), reflejando bajos niveles de calidad e integridad ambiental en las áreas agrícolas.

### **Especies de mamíferos incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.**

El área de estudio coincide con el área de distribución geográfica de 10 especies de mamíferos **potenciales** incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, de las cuales 5 están en la categoría de amenazadas, 3 en la categoría de en peligro de extinción, y 2 consideradas sujetas a protección especial. Las especies catalogadas como amenazadas corresponden a tres especies de



murciélagos: el murciélago orejón garganta amarilla (*Micronycteris brachyotis*), el murciélago trompudo (*Choeronycteris mexicana*) y murciélago hocicudo de Curazao (*Leptonycteris curasoae*); además del puerco espín tropical (*Sphiggurus mexicanus*) y la tuza *Orthogeomys cuniculus*. Las especies catalogadas en peligro de extinción son: el oso hormiguero o brazo fuerte (*Tamandua mexicana*), el tigrillo (*Leopardus wiedii*) y el cabeza de viejo (*Eira barbara*). Estas tres últimas especies son conocidas por los pobladores locales. Las dos especies consignadas bajo protección especial son el murciélago *Rhynchonycteris naso* y la martucha (*Potos flavus*).

La única especie registrada en el predio del P.E. La Venta II, y que está en la NOM-059-SEMARNAT-2001 en la categoría peligro de extinción, fue el brazo fuerte (*Tamandua mexicana*), la cual fue registrada a través de huellas dentro del acahual de bosque tropical caducifolio. Esta especie ocupa el área del predio para alimentarse o bien para desplazarse a otros ambientes. Relativamente cerca del área de estudio se encuentra el área de distribución geográfica de la liebre *Lepus flavigularis*, especie endémica catalogada en peligro de extinción; esta especie no fue incluida en la lista de este estudio debido a que el área de estudio parece haber sido un área marginal de su distribución, donde desde hace más de 30 años era difícil verla, a diferencia de lo que ocurría en los terrenos de Unión Hidalgo.

## ANFIBIOS Y REPTILES

### Método

Para determinar la composición taxonómica de los anfibios y reptiles (herpetofauna) que podrían ser afectados por el P.E. La Venta II, se elaboró la **lista preliminar** de las especies con **distribución potencial** en la región, tomando en cuenta la distribución histórica de las especies; para lo cual se revisaron documentos especializados como el de Smith y Taylor (1966), y el de Pelcastre y Flores-Villela (1992). Las actividades de campo, consistieron en llevar a cabo recorridos de inspección dentro del bosque tropical caducifolio (BTC), acahual de bosque



tropical caducifolio (ABTC), y áreas agrícolas (AA), removiendo la hojarasca y materia orgánica en busca de individuos. Los individuos fueron capturados con la mano o con ganchos herpetológicos y fueron colocados en bolsas de lona para su identificación, con la ayuda de claves taxonómicas. Los individuos capturados fueron liberados en el mismo lugar después de identificarlos y fotografiarlos. La nomenclatura usada para la herpetofauna es la que menciona Casas-Andreu *et al.*; para el estado de Oaxaca (1996).

## Resultados

De acuerdo con los resultados de los muestreos en campo y los registros bibliográficos (Casas-Andreu *et al.*, 1996), en el área de estudio se distribuyen 13 especies de anfibios y 50 especies de reptiles. La gran mayoría de estas especies tiene **distribución potencial** en la región (Cuadro IV.2.2.2-6). Ambos grupos están asociados principalmente al bosque tropical caducifolio y al acahual de bosque tropical caducifolio.

Respecto a las especies **capturadas y observadas** durante este estudio, se **confirmó** la presencia de dos especies de anfibios y siete especies de reptiles (Cuadro IV.2.2.2-6).

## Composición taxonómica de la herpetofauna

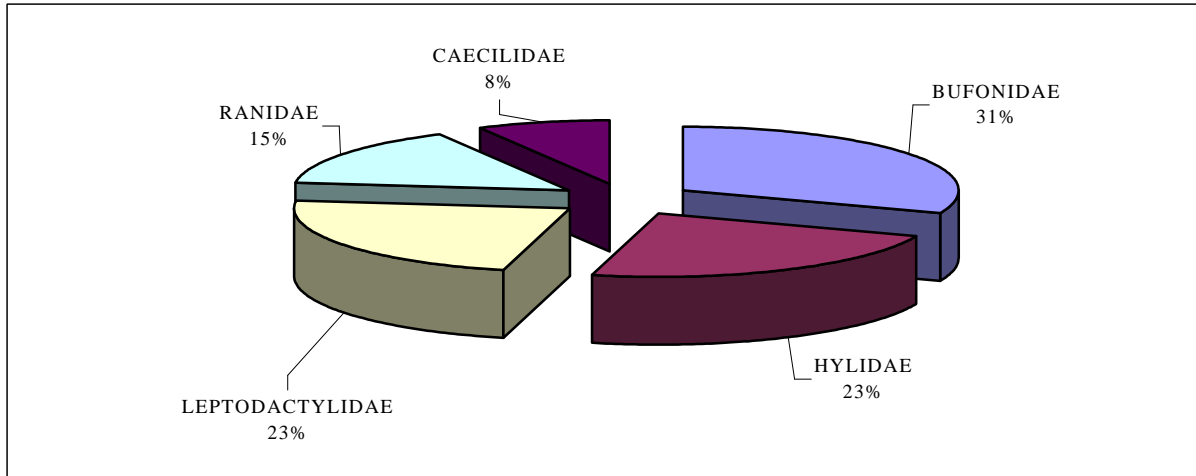
Los anfibios **potenciales** están representados por los órdenes Anura (de los sapos y ranas) y Gymnophiona (cecilias), el cual está representado por una sola especie (*Dermophis oaxacae*). El primer orden está representado por 12 especies, 7 géneros y 4 familias (Figura IV.2.2.2-6). Por otro lado, los reptiles **potenciales** están representados por 21 familias y 44 géneros, contenidos en los órdenes Testudines (tortugas) y Squamata (lagartijas y serpientes). Dentro del orden Squamata, el Suborden Anguimorpha está representado por una sola especie, las lagartijas (Suborden Sauria) por 21 especies, mientras que el grupo de las serpientes (Serpentes) tiene representatividad de 26 especies (Cuadro IV.2.2.2-6).



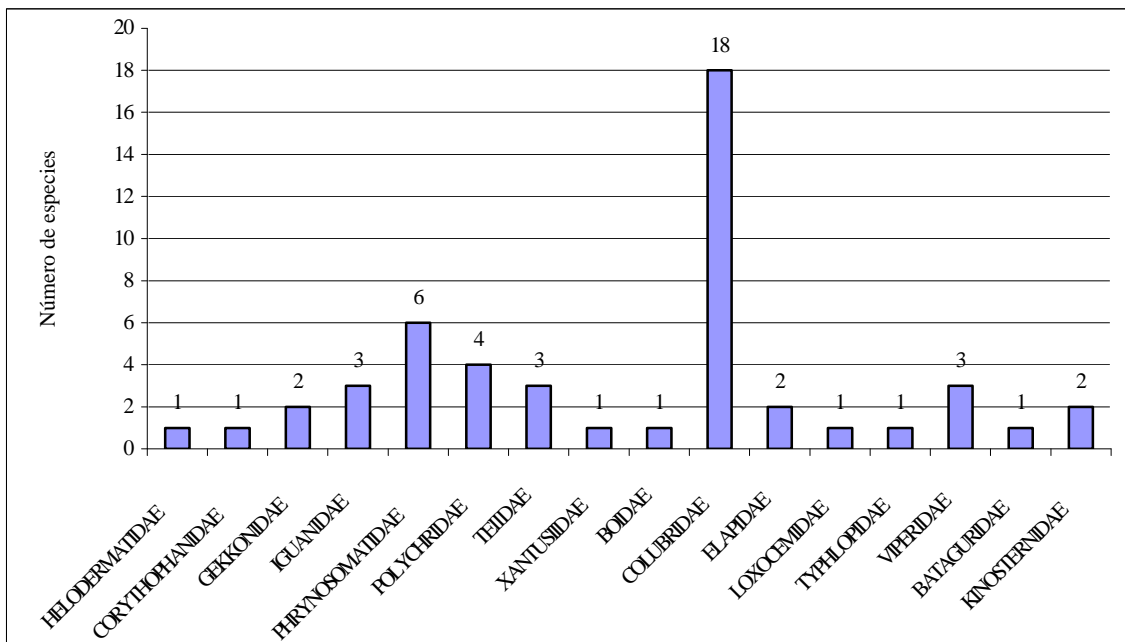
En lo que se refiere a las familias representadas, de los anfibios los grupos mejor representados son los sapos (Bufonidae, con 4 especies) y las ranas (Hylidae y Leptodactylidae con 3 especies cada una) (Figura IV.2.2.2-7). Para los reptiles, el grupo mejor representado es el de las culebras (Colubridae) con 18 especies (Figura IV.2.2.2-7), seguido por los lagartos espinosos (Phrynosomatidae) con 6 especies. El resto de las familias tuvieron poca representatividad. La lista completa de las especies de anfibios y reptiles potenciales en el área de estudio del P.E. La Venta II, se presentan en el Anexo IV.2.2.2-4.

**Cuadro IV.2.2.2-6. Número de especies de anfibios y reptiles, por orden, familia y tipo de registro, en el área de estudio del P.E. La Venta II.**

ÓRDEN (SUBÓRDEN)	FAMILIA	NÚMERO DE ESPECIES		
		Registradas	Potenciales	Total
ANURA	BUFONIDAE	1	3	4
	HYLIDAE	0	3	3
	LEPTODACTYLIDAE	1	2	3
	RANIDAE	0	2	2
GYMNOPHIONA	CAECILIDAE	0	1	1
	SUBTOTAL	2	11	13
SQUAMATA				
(ANGUINOMORPHA)	HELODERMATIDAE	0	1	1
(SAURIA)	CORYTHOPHANIDAE	0	1	1
	GEKKONIDAE	0	2	2
	IGUANIDAE	2	1	3
	PHRYNOSOMATIDAE	0	6	6
	POLYCHRIDAE	0	4	4
	TEIIDAE	1	2	3
	XANTUSIIDAE	1	0	1
(SERPENTES)	BOIDAE	0	1	1
	COLUBRIDAE	0	18	18
	ELAPIDAE	0	2	2
	LOXOCEMIDAE	0	1	1
	TYPHLOPIDAE	0	1	1
	VIPERIDAE	1	2	3
TESTUDINES	BATAGURIDAE	0	1	1
(CRYPTODIRA)	KINOSTERNIDAE	1	1	2
	SUBTOTAL	7	43	50
	TOTAL	9	54	63



**Figura IV.2.2.2-6. Composición relativa de las especies de anfibios potenciales por familia para el área de estudio del P.E. La Venta II.**



**Figura IV.2.2.2-7. Composición relativa de las especies de reptiles potenciales por familia en el área de estudio del P.E. La Venta II.**





De las especies capturadas y observadas durante este estudio, se tienen registradas nueve especies, dos de anfibios y siete de reptiles (Cuadro IV.2.2.2-7). Estas especies representan ocho familias, tanto de anfibios como de reptiles, respectivamente.

**Cuadro IV.2.2.2-7 Lista de especies observadas en el área de estudio del P.E. La Venta II.**

CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	ESTATUS	BTC	ABTC	AA
AMPHIBIA	ANURA	BUFONIDAE	<i>Bufo marinus</i>	-	1	1	
		LEPTODACTYLIDAE	<i>Leptodactylus labialis</i>	-	1		
REPTILIA	SQUAMATA	CORYTHOPHANIDAE	<i>Basiliscus vittatus</i>	-		1	1
		IGUANIDAE	<i>Ctenosaura pectinata</i>	-	1		
			<i>Iguana iguana</i>	Pr	1	1	
		TEIIDAE	<i>Cnemidophorus deppei</i>	-	1	1	1
		XANTUSIIDAE	<i>Lepidophyma flavimaculatum</i>	Pr	1		
		VIPERIDAE	<i>Crotalus durissus</i>	Pr	1	1	1
		TESTUDINES	KINOSTERNIDAE	<i>Kinosternon scorpioides</i> *	Pr		1
<b>TOTALES</b>					7	6	3

**ESTATUS:** Pr = sujeta a protección especial; BTC= bosque tropical caducifolio, ABTC = acahual de bosque tropical caducifolio, AA = áreas agrícolas, \* = especie endémica.

### Distribución de los anfibios y reptiles de acuerdo con los tipos de hábitat

Considerando la distribución de las especies de herpetofauna **potencial** por tipos de hábitat en el área de estudio, el bosque tropical caducifolio (BTC) es el que alberga el mayor número de especies, con 53 especies (Cuadro IV.2.2.2-8). En el acahual de bosque tropical caducifolio (ABTC) se registraron 46 especies de herpetofauna. Respecto al BTC, 17 especies de herpetofauna son exclusivas de este tipo de vegetación. En el predio del P.E. La Venta II, hay 12 especies de herpetofauna que son generalistas en cuanto a requerimientos de hábitat y se les se encuentra tanto en el BTC como en el ABTC y áreas agrícolas (Anexo IV.2.2.2-4).

El número de especies de herpetofauna **registradas** durante los muestreos en el área de estudio del P. E. La Venta II fue mayor en el bosque tropical caducifolio, donde se observaron en total



siete especies (Cuadro IV.2.2.2-8), sigue el acahual de bosque tropical caducifolio con seis especies y finalmente las áreas agrícolas con tres especies.

<b>Cuadro IV.2.2.2-8. Distribución de los órdenes de anfibios y reptiles en los tipos de hábitat del área de estudio</b>			
<b>ORDEN</b>	<b>BTC</b>	<b>ABTC</b>	<b>AA</b>
<b>ANFIBIOS</b>			
ANURA	2 (7)	1 (6)	0
GYMNOPHIONA	(1)	(1)	(1)
Totales	2 (8)	1 (7)	(1)
<b>REPTILES</b>			
SQUAMATA	5 (43)	4 (36)	3 (13)
TESTUDINES	0	1 (2)	0
Totales	5 (43)	5 (38)	3 (13)

**Nota:** BTC: bosque tropical caducifolio; ABTC: acahual de bosque tropical caducifolio); AA: áreas agrícolas. Entre paréntesis se indica el número de especies potenciales.

### **Especies de herpetofauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001**

El área de estudio alberga tres especies de anfibios y 26 especies de reptiles **potenciales** incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001. Para el caso de los anfibios, tres especies están sujetas a protección especial (*Bufo coccifer*, *Rana berlandieri*, *Dermophis oaxacae*). Para los reptiles existen 26 especies registradas en algún estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2001, cinco están consideradas como amenazadas (*Heloderma horridum*, *Boa constrictor*, *Masticophis mentovarius*, *Porthidium dumni*, *Rhinoclemmys pulcherrima*), las 21 especies restantes están sujetas a protección especial. La víbora de cascabel (*Crotalus durissus*), sujeta a protección especial (Pr), fue registrada en el ABTC, esta especie es conocida por los campesinos quienes la consideran peligrosa porque se corre riesgo de mordeduras.



De acuerdo con la información obtenida de la revisión bibliográfica, se considera que las especies **potenciales** que están en la NOM-059-SEMARNAT-2001, y que en caso de estar presentes en el área de estudio podría verse afectadas por la construcción del proyecto se encuentran *Heloderma horridum* y *Boa constrictor*, las cuales están en la categoría Amenazadas y son especies sensibles a la transformación del hábitat. Otra especie dentro de la Norma, dentro de la categoría de protección especial (Pr) es *Dermophis oaxacae*, que se asocia principalmente con áreas de cultivo que alguna vez estuvieron cubiertas por bosque tropical caducifolio (Casas-Andreu *et al.*, 1996). Esta especie es endémica de México y no ha sido colectada desde 1972 (Wake 1998). Es importante mencionar que se trata de especies que potencialmente podrían estar presentes en el área de estudio.

De las especies de herpetofauna que fueron **capturadas y observadas** durante este estudio, cuatro están sujetas a protección especial (Pr) (*Iguana iguana*, *Lepidophyma flavimaculatum*, *Crotalus durissus* y *Kinosternon scorpioides*). Tres de estas especies utilizan al bosque tropical caducifolio, dos utilizan el acahual de bosque tropical caducifolio y solo una se registró en las áreas agrícolas. En este caso, la única especie capturada dentro del predio del P.E. La Venta II, fue *Kinosternon scorpioides*.

### Usos de la fauna local

Respecto al uso de los anfibios, en las entrevistas realizadas a los pobladores de La Venta, no mencionaron algún uso que se de a este grupo, sin embargo en otros lugares utilizan a los sapos grandes (*Bufo marinus*) como mascotas o amuletos. De las especies de reptiles que son usados para la alimentación por la población aledaña, está la iguana verde (*Iguana iguana*), y en menor grado la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*), especies registradas en este estudio. Además las tortugas (*Rhinoclemmys pulcherrima*, *Kinosternon integrum*, *Kinosternon scorpioides*) son usadas igualmente como alimento y/o mascotas; de éstas la última especie fue capturada en este estudio. Otra especie potencial es la boa a mazacuata (*Boa constrictor*) la cual es usada como mascota.



## Discusión general

En el área que ocupará el P. E. La Venta II y su área de influencia, fueron observadas y/o capturadas un total de 128 especies de aves, 22 de especies mamíferos, 7 especies de reptiles y solamente 2 de anfibios. En este estudio se registró un total de 159 especies de vertebrados, de las cuales 22 están catalogadas en la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001.

El grupo de las aves fue el que registró mayor riqueza en el área de estudio, la mayoría de las especies presentan amplia distribución geográfica en México, solo el troglodita selvático cuevero y el gorrión oaxaqueño ístmico, son especies endémicas de México, presentando distribución restringida. Estas dos especies y las aves rapaces, pueden ser consideradas como las aves más frágiles en el área de estudio, ya que son especies con bajos niveles de fecundidad y que suelen presentar densidades muy bajas.

El segundo grupo en abundancia fueron los mamíferos con 22 especies, pero en términos generales, la fauna de mamíferos que existe en el área de estudio resulta poco relevante. Para el caso de los mamíferos pequeños, las especies encontradas presentan amplios rangos de distribución geográfica, y se caracterizan por estar asociadas con ambientes perturbados. Finalmente, la herpetofauna está representada por 50 especies **potenciales**, que en su mayoría presentan amplia distribución geográfica y se han adaptado a ambientes transformados por el hombre, de las cuales solamente **9 especies fueron capturadas u observadas** durante este estudio.

Con base en los resultados de las investigaciones realizadas en EU, Canadá y Europa sobre las colisiones de fauna en Centrales eólicas, y los datos obtenidos en este estudio, es de esperar que los impactos del P.E. La Venta II sobre las aves y los murciélagos residentes sean bajos, y que este impacto podría ser mayor para especies migratorias. De las rapaces migratorias, tres están catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 y son las que potencialmente pueden presentar colisiones con las torres. En el caso de los murciélagos, se sabe que el número de individuos en



las centrales eólicas decrece conforme se incrementa la distancia a las áreas de bosque (Erickson *et al*, 2002). La construcción del Proyecto Eólico afectará en menor grado las abundancias locales de las poblaciones de fauna silvestre a excepción de los murciélagos y las aves rapaces.

Las actividades asociadas a las etapas de preparación del sitio y construcción podrán causar la muerte directa de animales, siendo las especies más afectadas aquellas que poseen menor capacidad de desplazamiento, en este caso serían los anfibios y los reptiles, y en menor grado los mamíferos pequeños. Sin embargo las torres y las aspas podrían tener alto impacto en colisiones de grandes planeadoras (rapaces, cigüeñas y pelícanos), ya que el sitio donde se construirá el Proyecto, está enclavado en una ruta migratoria importante a escala mundial.



### **IV.2.3. Paisaje**

El paisaje de la región donde se pretende construir el P.E. La Venta II, se encuentra inmerso un valle amplio delimitado en su parte noroeste por una prolongación de la Sierra Tolistoque y al noreste por el cerro Palo Blanco, los cuales desde el punto de vista escénico y de naturalidad constituyen elementos muy importantes en los alrededores del predio del proyecto.

Este P.E. La Venta II, se ubicará al norte de La Venta, Municipio de Juchitán y al noreste de la localidad de Santo Domingo, Municipio de Santo Domingo. La zona por afectar comprende áreas dentro de los municipios mencionados anteriormente y constituye una amplia zona plana situada bajo los 100 m de altitud.

La vegetación original del área era el bosque tropical caducifolio, el cual ha sido removido por la apertura de espacios para el establecimiento de diversos cultivos (principalmente maíz, sorgo y caña), así como pastos para ganado vacuno. De las asociaciones vegetales preexistentes, solo es posible encontrar algunos manchones de origen secundario de diferentes edades en las áreas planas, que en conjunto con los cultivos y potreros forma un mosaico de origen netamente antrópico. El elemento más destacado del paisaje, son las formaciones arbóreas presentes en las laderas de los cerros cercanas al área al proyecto, las cuales a pesar de presentar un estado de perturbación medio tienen un elevado valor paisajístico.

### **Método**

El estudio del paisaje tomó como base los aspectos fisiográficos y de tipo de uso del suelo, para ello se utilizaron:

- a) El modelo digital de terreno escala 1:50 000 para delimitar las unidades de paisaje (INEGI, 1999),



- b) Fotografías aéreas escala 1: 20 000, para establecer los manchones de vegetación y el tipo de ocupación, y
- c) Ortofotos digitales a escala 1:20 000, como apoyo del punto anterior.

El área de estudio comprende un polígono de 100 km<sup>2</sup>, que abarca parte de la superficie de los municipios de Santo Domingo, Juchitán, Asunción Ixtaltepec y San Miguel Chimalapa; de éstos, solo los dos primeros serán afectados directamente por el proyecto. Considerando el polígono descrito anteriormente se llevaron a cabo las evaluaciones para el análisis del paisaje.

Cabe mencionar, que solamente se realizaron las evaluaciones que aplicaban para la zona, de tal manera la singularidad fue excluida del análisis debido a la ausencia de elementos poco comunes como cuerpos de agua y tipos de vegetación raros o poco habituales, considerando el resto del paisaje de la región. La presencia de un arroyo en el área evaluada no se consideró importante debido a su naturaleza temporal.

### **Unidades de paisaje**

De acuerdo con la fisiografía del área de estudio, fueron establecidas dos unidades de paisaje: una zona llana reconocida como valle que oscila entre 16-166 msnm, así como una zona de laderas situada entre los 116-466 msnm. Se identificaron cuatro tipos de uso del suelo: bosque tropical caducifolio, acahual de bosque tropical caducifolio, uso agropecuario y uso urbano. De acuerdo con estos atributos se realizaron las evaluaciones.



## **Evaluación del paisaje**

### **Calidad Visual**

La calidad visual representa el valor cuantitativo del carácter agradable de ver un paisaje. En el presente trabajo se analizó la calidad visual intrínseca y extrínseca. La evaluación se realizó a través de la visualización de la totalidad del paisaje y de sus componentes.

#### **Calidad visual intrínseca**

A grandes rasgos definida por las características existentes en un punto, y determinada por los tipos de ocupación del terreno. Los componentes analizados en el presente trabajo son la naturalidad y la diversidad.

#### ***Naturalidad***

Se evaluó considerando la situación previa a la acción del hombre, y de acuerdo con el porcentaje de superficie que los diferentes elementos ocupan en la superficie total de la unidad. El área analizada y en general el paisaje de la región, ha estado sometida a un alto grado de perturbación por las actividades productivas, como resultado la cubierta vegetal ha sido eliminada para el establecimiento de cultivos. En consecuencia, la proporción de paisaje de carácter “natural” (bosque tropical caducifolio y acahual de bosque tropical caducifolio) constituye el 44 % del área total incluida en el análisis, mientras que la restante proporción, cuyos atributos tienen un origen en la influencia humana (uso del suelo agropecuario y urbano), representa el 56 % (Cuadro IV 2.3.1). La proporción de elementos “naturales”, a pesar de tener un origen en el impacto o estar bajo la influencia del impacto de las comunidades cercanas (este es el caso del acahual de bosque tropical caducifolio y el bosque tropical caducifolio), le confieren al paisaje un importante grado de naturalidad, especialmente el bosque tropical caducifolio, el cual constituye un elemento destacado del paisaje debido a que se encuentra en la





unidad de paisaje ladera (área de mayor altitud) y puede ser visto desde diferentes perspectivas en la zona donde se pretende llevar a cabo el proyecto.

<b>Cuadro IV 2.3-1. Naturalidad para el total del área considerada en el análisis</b>				
<b>Unidad de Paisaje</b>	<b>Tipo de uso</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>km<sup>2</sup></b>	<b>%</b>
Ladera	Bosque tropical caducifolio perturbado	21038240	21,038	21,038
Valle	Acahual de bosque tropical caducifolio	22451839	22,452	22,452
	Agropecuario	55590773	55,591	55,591
	Urbana	919148	0,919	0,919
	<b>Total</b>	<b>100000000</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

### *Diversidad*

La variabilidad de elementos y matices existentes en la unidad de paisaje constituyen la diversidad. Para su cálculo, se consideró el número de diferentes tipos de vegetación natural y formas de ocupación del suelo (existentes en cada unidad), entre la superficie total de cada unidad paisajística.

De acuerdo con el Cuadro IV 2.3-2, la unidad de paisaje menos diversa es la Ladera por presentar un solo tipo de uso del suelo (bosque tropical caducifolio). La unidad de paisaje Valle, presenta un grado de heterogeneidad mayor, determinado por tres tipos de ocupación (acahual de bosque tropical caducifolio, agropecuario y urbano).

Para el total del área analizada, el uso del suelo más ampliamente extendido es el agropecuario, el cual presentó una mayor superficie de ocupación (55,5 km<sup>2</sup> del total del área incluida en la evaluación). Con áreas semejantes se encuentra el acahual de bosque tropical caducifolio (22,45 km<sup>2</sup>), y el bosque tropical caducifolio (21,09 km<sup>2</sup>). El valor más bajo fue registrado para el uso del suelo del tipo urbano con solo 0,9 km<sup>2</sup>. La dominancia del uso del suelo del tipo



agropecuario y la cantidad de acahual de bosque tropical caducifolio, nos da una clara idea del impacto del hombre en el paisaje de la región. Considerando el área total analizada, el paisaje de la zona puede ser considerado relativamente homogéneo, por la dominancia del uso del suelo del tipo agropecuario y al bajo porcentaje del uso del suelo del tipo urbano (solamente el 1,1 % del total).

<b>Cuadro IV 2.3-2. Diversidad en el uso del suelo por unidad de paisaje</b>			
<b>Unidad de paisaje Ladera (superficie por tipo de ocupación)</b>			
<b>Tipo</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>km<sup>2</sup></b>	<b>%</b>
Bosque tropical caducifolio	21038240	21,038	100
<b>Total</b>	<b>21038240</b>	<b>21,038</b>	<b>100</b>
<b>Unidad de paisaje Valle (Superficie por tipo de ocupación)</b>			
<b>Tipo</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>km<sup>2</sup></b>	<b>%</b>
Acahual bosque tropical caducifolio	22451839	22,452	28,434
Agropecuario	55590773	55,591	70,402
Urbana	919148	0,919	1,164
<b>Total</b>	<b>78961760</b>	<b>78,962</b>	<b>100</b>

### Calidad visual extrínseca

En la valoración de este atributo del paisaje se consideró el impacto visual que genera en el observador cada tipo de ocupación, esto se determinó de acuerdo con el porcentaje de visibilidad para cada cuenca visual, estableciendo el predio como punto central de referencia. La evaluación se realizó de acuerdo con lo agradable o desagradable que cada tipo de ocupación resulta a la vista. Para este análisis se estableció la siguiente escala: bosque tropical caducifolio (1), acahual de bosque tropical caducifolio (2), agropecuario (3) y urbano (4). De acuerdo con la escala, el bosque tropical caducifolio presenta el valor de agradable más alto y el uso del suelo urbano el más desagradable.



### *Calidad visual desde el predio*

Para la evaluación de la calidad visual se utilizaron cuencas visuales orientadas hacia los cuatro puntos cardinales: Norte, Sur, Este y Oeste (Figura IV.2.3-1). De acuerdo al Cuadro IV.2.3-3, de las cuencas visuales analizadas, la Sur es la que permite visualizar una mayor proporción de superficie con 26,17 km<sup>2</sup>, le siguen en superficie la cuenca Este con 26,13 km<sup>2</sup>, la Norte con 22,47 km<sup>2</sup> y por ultimo la Oeste con 21,96 km<sup>2</sup>. De éstas, la cuenca sur es la que presenta mayores atributos de desagradable, ya que el 95,56 % está constituido por ocupación del tipo agropecuario, y el 3,51 % por ocupación del tipo urbano (que solo se presenta en esta cuenca).

De acuerdo con la escala de valores utilizada, las cuencas Norte, Este y Oeste presentan el mismo impacto conforme a la valoración propuesta. En estas cuencas, es posible observar partes del bosque tropical caducifolio, el cual se considera el atributo más agradable del paisaje en el área de estudio, también se observa acahual de bosque tropical caducifolio, y uso del suelo agropecuario.

En la cuenca Este, es posible observar la mayor cantidad de uso del suelo agropecuario (14,14 km<sup>2</sup>), le sigue la Oeste (12,28 km<sup>2</sup>), y por ultimo la Norte (5,61 km<sup>2</sup>), esto es importante porque este tipo de ocupación tiene la calificación más alta de desagradable después del uso del suelo tipo urbano.

De la evaluación podemos concluir que la cuenca más desagradable es la Sur, y que las restantes por su semejanza en componentes, y superficie de ocupación por cada uso del suelo, tienen un igual valor de desagradable.



**Cuadro IV.2.3-3. Calidad visual extrínseca. Superficie de ocupación y porcentaje de importancia para cada cuenca visual, unidad de paisaje y superficie de ocupación, por tipo de uso para cada cuenca visual**

<b>CUENCA VISUAL NORTE</b>			
<b>Unidad de paisaje Ladera</b>			
<b>Tipo</b>	<b>km<sup>2</sup></b>	<b>%</b>	<b>Valoración</b>
Bosque tropical caducifolio perturbado	5,23	100	1
<b>Total</b>	<b>5,23</b>	<b>100</b>	<b>-</b>
<b>Unidad de paisaje Valle</b>			
<b>Tipo</b>	<b>km<sup>2</sup></b>	<b>%</b>	<b>Valoración</b>
Acahual bosque tropical caducifolio	11,63	67,46	2
Agropecuario	5,61	32,54	3
<b>Total</b>	<b>17,25</b>	<b>100</b>	<b>-</b>

<b>Superficie total por tipo de ocupación cuenca Norte</b>			
<b>Tipo</b>	<b>Ladera</b>	<b>Valle</b>	<b>Total</b>
Bosque tropical caducifolio perturbado	5,23	-	5.23
Acahual bosque tropical caducifolio	-	11,63	11.63
Agropecuario	-	5,61	5.61
<b>Gran total Cuenca Norte</b>			<b>22.47</b>

<b>CUENCA VISUAL SUR</b>			
<b>Unidad de paisaje Valle</b>			
<b>Tipo</b>	<b>km<sup>2</sup></b>	<b>%</b>	<b>Valoración</b>
Acahual bosque tropical caducifolio	0,24	0,92	2
Agropecuario	25,01	95,56	3
Urbana	0,92	3,51	4
<b>Total</b>	<b>26,17</b>	<b>100</b>	<b>-</b>
<b>Superficie total por tipo de ocupación cuenca Sur</b>			
<b>Tipo</b>	<b>Ladera</b>	<b>Valle</b>	<b>Total</b>
Acahual bosque tropical caducifolio	-	0,24	0,24
Agropecuario	-	25,01	25,01
Urbana	-	0,92	0,92
<b>Gran total cuenca Sur</b>			<b>26,17</b>



<b>CUENCA VISUAL ESTE</b>			
<b>Unidad de paisaje Ladera</b>			
<b>Tipo</b>	<b>km<sup>2</sup></b>	<b>%</b>	<b>Valoración</b>
Bosque tropical caducifolio perturbado	3,05	100	1
<b>Total</b>	<b>3,05</b>	<b>100</b>	
<b>Unidad de paisaje Valle</b>			
<b>Tipo</b>	<b>km<sup>2</sup></b>	<b>%</b>	<b>Valoración</b>
Acahual bosque tropical caducifolio	8,94	38,74	2
Agropecuario	14,14	61,26	3
<b>Total</b>	<b>23,08</b>	<b>100</b>	<b>-</b>
<b>Superficie total por tipo de ocupación cuenca Este</b>			
<b>Tipo</b>	<b>Ladera</b>	<b>Valle</b>	<b>Total</b>
Acahual bosque tropical caducifolio	-	8,94	8,94
Agropecuario	-	14,14	14,14
Bosque tropical caducifolio perturbado	3,05	-	3,05
<b>Gran total cuenca Este</b>			<b>26,13</b>

<b>CUENCA VISUAL OESTE</b>			
<b>Unidad de paisaje Ladera</b>			
<b>Tipo</b>	<b>km<sup>2</sup></b>	<b>%</b>	<b>Valoración</b>
Bosque tropical caducifolio perturbado	4,20	100	1
<b>Total</b>	<b>4,20</b>	<b>100</b>	<b>-</b>
<b>Unidad de paisaje Valle</b>			
<b>Tipo</b>	<b>km<sup>2</sup></b>	<b>%</b>	<b>Valoración</b>
Acahual bosque tropical caducifolio	5,48	30,85	2
Agropecuario	12,28	69,15	3
<b>Total</b>	<b>17,76</b>	<b>100</b>	<b>-</b>
<b>Superficie total por tipo de ocupación cuenca Oeste</b>			
<b>Tipo</b>	<b>Ladera</b>	<b>Valle</b>	<b>Total</b>
Bosque tropical caducifolio perturbado	4.20	-	4.20
Acahual bosque tropical caducifolio	-	5.48	5.48
Agropecuario		12.28	12.28
<b>Gran total cuenca Oeste</b>			<b>21.96</b>



## **Fragilidad visual**

La fragilidad constituye la capacidad del paisaje para absorber los cambios que se producen en él. La fragilidad visual deriva del tipo de ocupación de una unidad de paisaje, de la altura característica de cada tipo de ocupación (vegetación, pendiente, orientación) y de la susceptibilidad de que alguna acción sea visible desde el exterior (los puntos importantes son áreas muy concurridas ya que de esto depende el número de observadores potenciales).

### ***Fragilidad Visual Intrínseca***

Para la medición de la fragilidad visual intrínseca, se calculó para cada unidad de paisaje el porcentaje de cada tipo de ocupación. Con base en esto y de acuerdo con la siguiente escala de valores: Bosque tropical caducifolio (1), acahual de bosque tropical caducifolio (2) urbano (3) y agropecuario (4), se determinó el valor de fragilidad visual intrínseca de cada unidad de paisaje. En este caso el valor más alto en la escala de valores corresponde a la más frágil.

De acuerdo con los resultados del Cuadro IV.2.3-4, la unidad de paisaje más frágil es el Valle, esto se debe a que el 70 % de su superficie está compuesto por uso del suelo del tipo agropecuario, y a que cualquier acción llevada a cabo tiene una alta probabilidad de ser vista por potenciales observadores. En lo que respecta a la unidad de paisaje Ladera, su valor de fragilidad es bajo, debido a que en su totalidad la superficie esta ocupada por el bosque tropical caducifolio, el cual por el porte de los elementos arbóreos (de hasta 8 m.) impide observar acciones realizadas en cualquier otro sitio del área de estudio. Considerando el área incluida en el análisis, el paisaje puede ser considerado altamente frágil debido a que la unidad de paisaje Valle (reconocida como la mas frágil) ocupa casi el 80 % de la superficie total.



Unidad de paisaje	Tipo	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	%	Valoración
Ladera	Bosque tropical caducifolio perturbado	21038240	21,038	100	1
	<b>Total</b>	<b>21038240</b>	<b>21,038</b>	<b>100</b>	-
Valle	Acahual bosque tropical caducifolio	22451839	22,452	28,434	2
	Agropecuario	55590773	55,591	70,402	4
	Urbano	919148	0,919	1,164	3
	<b>Total</b>	<b>78961760</b>	<b>78,962</b>	<b>100</b>	-

### *Fragilidad Visual Extrínseca*

En este análisis, para determinar el impacto del proyecto en los potenciales observadores, se definieron 3 cuencas visuales, la número 1 visualiza la zona del proyecto desde la carretera 190 en dirección oeste-noreste, la número 2 desde la localidad de La Venta, y la cuenca 3 visualiza el área del proyecto desde un punto de la carretera 190 en dirección este-noroeste. En el cuadro IV.2.3-5, se ilustran los puntos elegidos para establecer cada cuenca.

Cuenca visual	Latitud N	Longitud O
1	16° 34' 27"	94° 51' 58"
2	16° 34' 15"	94° 49' 05"
3	16° 34' 18"	94° 46' 23"

Para los puntos seleccionados, se utilizó un índice para evaluar la fragilidad del paisaje, este se basa en la siguiente propuesta:



$$F = AI / ATV (O)$$

**F**= Fragilidad del paisaje

**AI**= Área por impactar

**ATV**= Área total visible de la cuenca

**O**= Número de observadores

Donde **AI** es igual al área por impactar o destinada a la construcción del proyecto, **ATV** es el área total visible de la cuenca, y **O** es el número de potenciales observadores. Uno de los sitios que se encuentra en la localidad de La Venta, constituye una zona urbana y la variable **O** utilizó el número de habitantes. Para las dos cuencas restantes, situadas ambas en la carretera 190 (Figura IV.2.3-2), este mismo parámetro estuvo constituido por el flujo vehicular (número de autos por día).

De acuerdo con los resultados de la aplicación de la propuesta (ver Cuadro IV.2.3-6), se tiene que la cuenca con un mayor valor de fragilidad es la 1 (0.000033), a esta le sigue en importancia la 3 (0.000047) y por último con el menor valor, se encuentra la cuenca 2 (0.000103). Los valores indican que la fragilidad del paisaje en la zona, está determinada por la presencia de la carretera 190, sobre la cual circulan un importante número de potenciales observadores.

<b>Cuadro IV.2.3-6. Fragilidad visual extrínseca para las tres cuencas seleccionadas</b>				
<b>Cuenca</b>	<b>AI m<sup>2</sup></b>	<b>Atv m<sup>2</sup></b>	<b>N° de Obs.</b>	<b>Fragilidad</b>
Punto 1	8340873	61928065	4036	0,000033
Punto 2	8340873	44858751	1814	0,000103
Punto 3	8340873	44331951	4036	0,000047

**AI** = Área a impactar m<sup>2</sup>

**Atv** = Área total visible de la cuenca m<sup>2</sup>

**N° de Obs** = No. de observadores para la cuenca 2, y No. autos por día para las cuencas 1 y 3

**F** = AI / Atv \* N° de obs





## **Discusión**

De las evaluaciones de la calidad visual intrínseca, se observó que el paisaje a pesar del alto grado de impacto humano, aún presenta un grado de naturalidad importante, determinado por la presencia del acahual de bosque tropical caducifolio y el bosque tropical caducifolio, los cuales en conjunto constituyen el 44 % del área analizada. De éstos el bosque situado en las zonas de topografía accidentada, constituye un importante refugio para la fauna de la zona y tiene una importancia paisajística relevante.

En lo que respecta a la diversidad, no obstante la nula heterogeneidad de la unidad de paisaje ladera, en conjunto el área analizada contiene los elementos comunes presentes en el resto del paisaje. De las unidades de paisaje, el valle contiene tres tipos de ocupación del suelo (excepto el bosque tropical caducifolio perturbado) y es la más diversa. Un punto importante es que la heterogeneidad tiene un origen antrópico derivado de las actividades productivas implantadas por las comunidades presentes en la zona.

Del análisis de la calidad visual extrínseca se llega a la conclusión que la cuenca sur es la más desagradable por estar constituida en el 95,56 %, por uso del suelo del tipo agropecuario y el 3,51 % por ocupación del tipo urbano. Las restantes cuencas presentaron una heterogeneidad semejante y además presentaron los atributos más atractivos del paisaje en comparación con la cuenca sur.

La alta fragilidad en la zona del proyecto se debe al impacto de las actividades humanas, por medio de las cuales se ha eliminado la cubierta vegetal original para establecer cultivos y en consecuencia se ha promovido la formación de unidades boscosas de talla reducida (ABTC), en las cuales cualquier actividad puede ser fácilmente visualizada por potenciales observadores.



Para la fragilidad visual extrínseca, los resultados señalan como principal factor de fragilidad a la carretera 190, la cual sumada a la proliferación de vegetación y estructuras de porte bajo, aumenta la fragilidad de la región donde se pretende llevar a cabo el proyecto. Cabe mencionar que la topografía poco accidentada en la zona, es otro factor que contribuirá a que cualquier acción derivada del proyecto sea fácilmente observada.



#### IV.2.4. Medio socioeconómico

El Proyecto Eólico (P.E.) La Venta II, está previsto ser implantado en la región del Istmo de Tehuantepec, en la porción correspondiente al Estado de Oaxaca. El área que ocupará este proyecto está a 500 m al norte del poblado de La Venta, que pertenece al municipio Juchitán de Zaragoza. Los terrenos donde se pretenden instalar los aerogeneradores que conforman el P.E. La Venta II, pertenecen a los municipios de Juchitán de Zaragoza y Santo Domingo Ingenio.

Esta Central Eólica tendrá una capacidad de generación de 100 MW, y estará integrada por un máximo de 152 aerogeneradores. Actualmente, cerca del poblado La Venta, se encuentra en operación una planta piloto conformada por siete aerogeneradores de origen danés, cada uno de los cuales cuenta con una capacidad de generación de 225 kW, estando montados en torres tubulares de 30m, separados 60 m entre sí. Estos aerogeneradores fueron instalados y entraron en operación en julio de 1994.

Para abordar el análisis del medio socioeconómico en este estudio de impacto ambiental se han considerado las tres áreas siguientes:

**Área del proyecto**, que corresponde a la superficie que será utilizada permanentemente por las bases de las torres de los aerogeneradores, los caminos de acceso (ver II.1.5 Dimensiones del proyecto), sumando en total 23,86 ha, dentro del polígono, con superficie de 1,912 ha, que delimita la distribución espacial de todos los aerogeneradores (ver Figura IV.1-3 Delimitación del Área de Estudio).

**Área de influencia**, demarcada por la línea de puntos donde la intensidad del sonido emitido por los aerogeneradores tendría el valor de 40 decibeles (en la naturaleza, los ruidos generalmente están por debajo de este valor). Tales valoraciones y el alcance espacial de las mismas, han sido identificados mediante la modelación realizada por la Subgerencia de Nuevas Fuentes de Energía, dependiente de la Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos de la CFE, para el P.E. La



Venta II (ver Figura IV.2.4-1). La curva de los 40 dB fue definida tomando como base los niveles de ruido que emiten los aerogeneradores. La rotación de los álabes y el funcionamiento de la maquinaria de los rotores generan ruido cuya intensidad se reduce con la distancia a la fuente de emisión, por ello en muchos países los parques eólicos con generadores de 400 a 500 kW están localizados a no menos de 300 a 400 m de las viviendas más próximas. Las mediciones del ruido emitido por turbinas de 600 kW, con vientos de 8 m/s, indican que a una distancia de 300 m el ruido es de 40 dB (DNV, 2003).

**Área de estudio**, delimitada por un polígono con las siguientes coordenadas extremas: 16°32'43" y 16°38'05" latitud N y 94°46'21" y 94°52'01" de Longitud W, abarcando una superficie total 100 km<sup>2</sup>, con un centroide definido por la distribución espacial de los aerogeneradores.

#### **IV.2.4.1 Contexto Regional**

De acuerdo con el mapa VI.14.3. *Regionalización Económica 3*, de Bassols-Batalla (1990), el proyecto queda incluido en la Meso Región *Oaxaca*, perteneciente a la Gran Región *6 Sur*, de la Macro Región *Sur*. Al interior de la Meso Región *Oaxaca*, el proyecto está ubicado en la Región Media *131 Istmo Oaxaqueño - Salina Cruz*, que forma parte del grupo de regiones medias clasificadas en la categoría de "mayor desarrollo relativo" (Bassols-Batalla, 1990); las principales actividades productivas están relacionadas con la agricultura, de riego y temporal, la ganadería y los servicios.

Desde el punto de vista de la división política del territorio, el área de estudio abarca terrenos administrados por los municipios de Juchitán de Zaragoza y Santo Domingo Ingenio, los cuales a su vez forman parte del Distrito de Juchitán, que está adscrito a la Región Istmo, una de las ocho regiones en las que está dividido el Estado de Oaxaca.



De acuerdo con los datos del XII Censo General de Población y Vivienda, 2000 (INEGI, 2001) y la cartografía del INEGI, en el área de estudio quedan comprendidos cuatro municipios y cinco localidades, con una población total de 7 655 habitantes (ver Cuadro IV.2.4.1-1). De las cinco localidades presentes en el área de estudio, La Venta es la única que está en el área de influencia del proyecto. Esta localidad alberga 1 814 personas en total, y las viviendas situadas en el extremo norte de este poblado están ubicadas entre 380 y 400 m de la batería de aerogeneradores que actualmente se encuentran en operación (Cuadro IV.2.4.1-1); pero ninguna vivienda está situada a menos de 200 m de distancia de los aerogeneradores o dentro del rango de los 55 dB. Algunos de los terrenos ubicados en las porciones extremas N y NW del área de estudio pertenecen a los municipios de San Miguel Chimalapa y Asunción Ixtaltepec, pero en ninguno de esos terrenos existe algún asentamiento humano, y además quedan fuera del área de influencia del proyecto.

<b>Cuadro IV.2.4.1-1. Número de localidades y habitantes, por municipio, incluidos en las áreas de estudio e influencia del P.E. La Venta II.</b>							
	Localidades		Población total en el			% de la población municipal en	
	Área de estudio	Área de influencia	Municipio	Área de estudio	Área de influencia	Área de estudio	Área de influencia
JUCHITAN DE ZARAGOZA	2	1	78 512	1 816	1 814	2,31	2,31
SANTO DOMINGO INGENIO	3	0	7 295	5 839	0	80,04	0,00
SAN MIGUEL CHIMALAPA	0	0	5 947	0	0	0	0
ASUNCIÓN IXTALTEPEC	0	0	14 249	0	0	0	0
<b>TOTALES</b>	<b>5</b>	<b>1</b>		<b>7 655</b>	<b>1 814</b>		

Si bien la localidad de Santo Domingo Ingenio se encuentra en los márgenes del área de estudio, se le ha considerado dentro de ésta por su cercanía con el área del proyecto, por ser la cabecera municipal del municipio que lleva el mismo nombre y porque será uno de los afectados por el proyecto, por ser el área urbana más importante en la zona, teniendo una población de 5 796 habitantes, que equivale al 79,5% de toda la población que vive en ese municipio. La otra



población importante en el área de estudio es La Venta, que concentra 1 814 habitantes y pertenece al municipio de Juchitán de Zaragoza. Los otros asentamientos humanos que existen en el área de estudio son Barrio Ventero y El Mango, con 39 y 4 habitantes respectivamente, pertenecientes al municipio de Santo Domingo Ingenio; y Santa Lucía, con solo 2 habitantes, y que está adscrito al municipio de Juchitán de Zaragoza.

De acuerdo con los datos del Sistema Urbano Nacional (elaborado por CONAPO), las ciudades importantes más próximas al proyecto son Juchitán de Zaragoza y Salina Cruz, ambas clasificadas en la categoría de "Ciudades Pequeñas mayores de 50 mil habitantes". Otras ciudades importantes son Santo Domingo Tehuantepec, Ciudad Ixtepec y Matías Romero, catalogadas como "Ciudades Pequeñas menores de 50 mil habitantes" (ver Cuadro IV.2.4.1-2). La ciudad más cercana al sitio donde será implantado el P.E. La Venta II es Juchitán de Zaragoza, cabecera municipal del municipio del mismo nombre. Este centro de población ocupa el lugar número 95 dentro del Sistema Urbano Nacional, alberga en total una población de 64 642 habitantes, concentrando el 82,3% de la población total del municipio; está situado a unos 30 km del P.E. La Venta II, y queda fuera del área de estudio.

En comparación con otras ciudades de Oaxaca y del país, los poblados ubicados en la región donde se prevé instalar el proyecto P.E. La Venta II, presentan tasas de crecimiento relativamente bajas (ver Cuadro IV.2.4.1-2.). Entre las ciudades mencionadas en el párrafo anterior, Juchitán de Zaragoza fue la que mostró la tasa de crecimiento más alta en el periodo 1990 a 2000, con un valor del 1,9% para dicho periodo, pero que está muy por abajo del 3,2% registrado para la zona metropolitana de Oaxaca. Comparando las tasas de crecimiento en los quinquenios 1990-1995 y 1995-2000, todas las ciudades de la región, excepto Ciudad Ixtepec, muestran un marcado decremento en sus tasas de crecimiento en el último quinquenio.

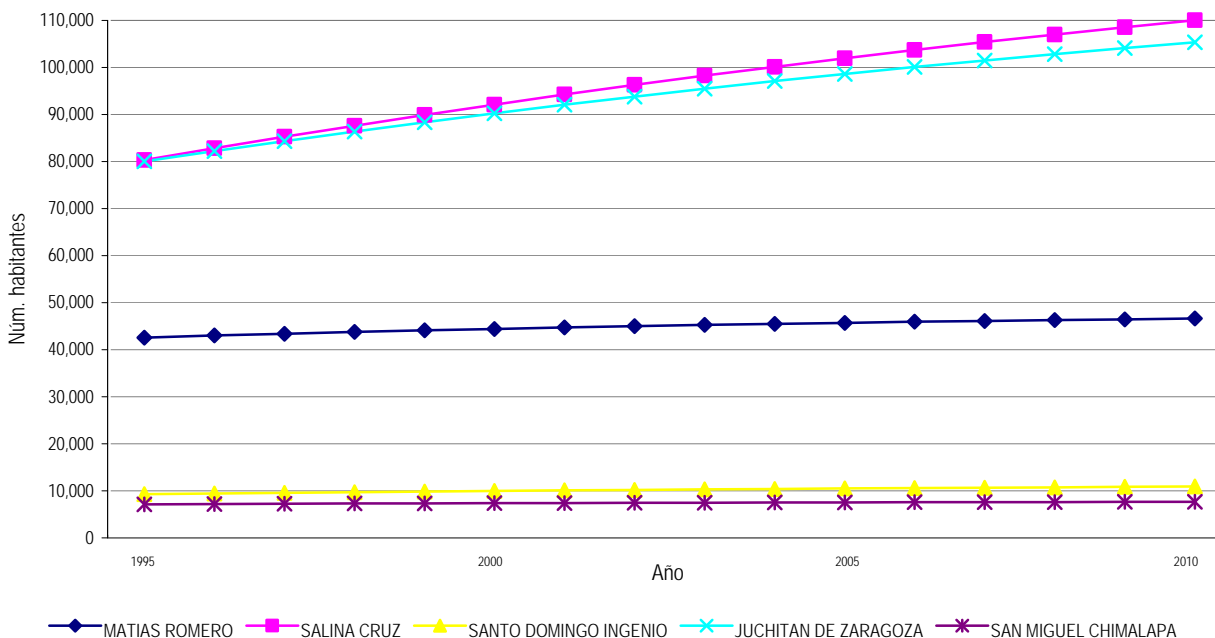


<b>Cuadro IV.2.4.1-2. Población y tasas de crecimiento de las ciudades incluidas en el Sistema Urbano Nacional que son relevantes en el contexto regional del P.E. La Venta II.</b>							
	CIUDAD	POBLACIÓN			TASA DE CRECIMIENTO (%)		
		1990	1995	2000	1990-1995	1995-2000	1990-2000
<b>Aglomeraciones urbanas conurbadas</b>							
27	ZM OAXACA	301 738	365 431	411 293	3,5	2,8	3,2
<b>Ciudades pequeñas mayores de 50 mil hab.</b>							
92	SALINA CRUZ	61 656	71 464	72 218	2,7	0,2	1,6
95	JUCHITAN DE ZARAGOZA	53 666	62 065	64 642	2,6	1,0	1,9
<b>Ciudades pequeñas menores de 50 mil hab.</b>							
149	SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC	33 445	36 888	37 068	1,8	0,1	1,0
248	CIUDAD IXTEPEC	20 818	21 127	22 261	0,3	1,2	0,7
289	MATIAS ROMERO	19 692	20 127	19 979	0,4	-0,2	0,1

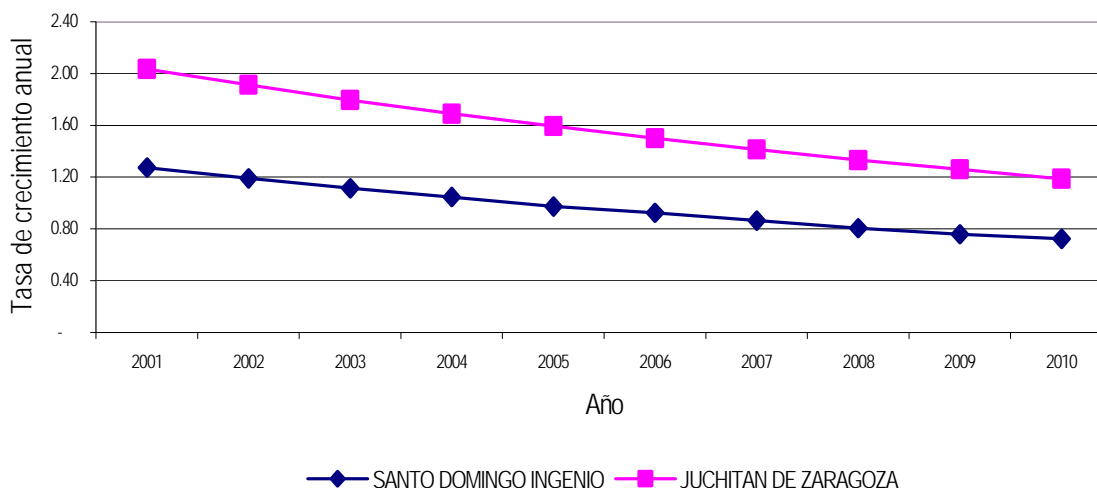
Según las proyecciones 1995 - 2010 de la CONAPO ([www.conapo.gob.mx](http://www.conapo.gob.mx)) relativas a la población total de los municipios del país, en el área de estudio los municipios que tendrán el mayor crecimiento poblacional para el periodo 2000-2005, serán Salina Cruz y Juchitán (Figura IV.2.4.1-1), con 10,8% y 9,3%, respectivamente; sin embargo, en todos los municipios considerados las proyecciones indican que las tasas de crecimiento poblacional para el quinquenio 2005-2010 se reducirán, siendo 50% más bajas que las registradas para el periodo 1995-2000.

Para los municipios de Santo Domingo Ingenio y Juchitán de Zaragoza, con poblaciones estimadas de 9 233 y 91 213 para el año 2001 (Cuadro IV.2.4.1-3), y con una tasa de crecimiento poblacional anual de 1,27 y 2,03 respectivamente, se estima un decremento continuo en sus tasas de crecimiento anual, hasta llegar al 0,72 y 1,19 para el año 2010.

<b>Cuadro IV.2.4.1-3. Población total estimada para el periodo 2000-2010, en los municipios que tienen asentamientos humanos en el área de estudio del P.E La Venta II (Fuente CONAPO, 2003)</b>											
Municipio	Población total en el municipio										
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
SANTO DOMINGO INGENIO	9,117	9,233	9,343	9,447	9,546	9,639	9,728	9,812	9,891	9,966	10,038
JUCHITAN DE ZARAGOZA	89 394	91,213	92,958	94,626	96,226	97,758	99,224	100,628	101,969	103,254	104,480



**Figura IV.2.4.1-1. Proyecciones del crecimiento poblacional para los municipios presentes en el área de estudio, y otros regionalmente relevantes**



**Figura IV.2.4.1-2. Tasas de crecimiento poblacional anual, estimadas para los municipios de Santo Domingo Ingenio y Juchitán de Zaragoza, según CONAPO 2003**





Referente a los niveles de pobreza, el índice de marginación 2000 de la CONAPO, indica que en el contexto nacional, el Estado de Oaxaca tiene un grado de marginación muy alto, ocupando el tercer lugar en cuanto a nivel de marginación en el país (Cuadro IV.2.4.1-4).

<b>Cuadro IV.2.4.1-4. Población total, indicadores socioeconómicos, índice y grado de marginación, y lugar que ocupa en el contexto nacional el Estado de Oaxaca</b>									
Nombre de la entidad	Población total	% Población		% Ocupantes en viviendas			Marginación		Lugar que ocupa en el contexto nacional
		analfabeta de 15 años o más	sin primaria completa de 15 años o más	sin drenaje ni servicio sanitario	sin energía eléctrica	sin agua entubada	Índice	Grado	
OAXACA	3 438 765	21,49	45,53	18,07	12,54	26,95	2,07869	Muy Alto	3

De acuerdo con las estimaciones de CONAPO (2000), de los cuatro municipios considerados en el área de estudio, tres tienen asignados niveles de marginación media y uno está clasificado en grado alto (ver Cuadro IV.2.4.1-5).

<b>Cuadro IV.2.4.1-5. Población total, indicadores socioeconómicos, índice y grado de marginación y lugar que ocupan en el contexto estatal y nacional los municipios considerados en este estudio</b>										
Municipio	Población total	% Población		% Ocupantes en viviendas			Marginación		Lugar que ocupa en el contexto	
		analfabeta de 15 años o más	Sin primaria completa de 15 años o más	sin drenaje ni servicio sanitario	sin energía eléctrica	sin agua entubada	Índice	grado	estatal	nacional
<b>OAXACA</b>										
ASUNCIÓN IXTALTEPEC	14 249	22,90	45,74	12,51	4,22	17,91	-0,46930	Medio	514	1 590
JUCHITAN DE ZARAGOZA	78 512	20,69	41,78	8,11	3,29	8,37	-0,63052	Medio	526	1 722
SANTO DOMINGO INGENIO	7 295	20,48	48,13	11,79	5,17	9,44	-0,58138	Medio	525	1 688
SAN MIGUEL CHIMALAPA	5 947	29,14	66,52	35,10	15,96	28,01	0,97981	Alto	196	432



Para el área de estudio, el municipio que presenta el mayor nivel de pobreza es San Miguel Chimalapa, ocupando el lugar 196 de marginación en el contexto estatal, y el lugar 432 en el contexto nacional. Los dos municipios con asentamientos humanos en el área de estudio, registran un grado medio de marginación.

#### IV.2.4.2 Aspectos sociales

Los aspectos sociales que se describen a continuación se refieren al grupo de asentamientos humanos ubicados tanto en el área de influencia del proyecto, como en el área de estudio, es decir, todas aquellos que están situados a una distancia de 5 km o menos del área proyectada para instalar los aerogeneradores.

##### a) Demografía

De acuerdo con los datos del XII Censo General de Población y Vivienda 2000 (INEGI, 2001), en el área de influencia del proyecto solo estaría la localidad La Venta, albergando una población cuyo total asciende a 1 814 personas (Cuadro IV.2.4.1-6). En las restantes localidades ubicadas en el resto del área de estudio hay 5 841 habitantes.

<b>Cuadro IV.2.4.1-6. Localidades y número de personas presentes en al área de influencia y resto del área de estudio del P.E. La Venta II.</b>					
<b>Nombre de la localidad</b>		<b>Población Total</b>	<b>Población Masculina</b>	<b>Población Femenina</b>	<b>Municipio</b>
<b>DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA</b>					
0005	La Venta	1 814	870	944	Juchitán de Zaragoza
<b>TOTAL</b>		<b>1 814</b>	<b>870</b>	<b>944</b>	
<b>RESTO DEL ÁREA DE ESTUDIO</b>					
0048	Santa Lucía	2	*	*	Juchitán de Zaragoza
0001	Santo Domingo Ingenio	5 796	2 887	2 909	Santo Domingo Ingenio
0017	Barrio Ventero	39	18	21	Santo Domingo Ingenio
0018	El Mango	4	*	*	Santo Domingo Ingenio
<b>TOTAL</b>		<b>5 841</b>	<b>2 905</b>	<b>2 930</b>	



De los municipios incluidos en el área de estudio, el que presenta la mayor densidad demográfica es Juchitán de Zaragoza, con 189,35 habitantes/km<sup>2</sup>, los municipios restantes presentan densidades inferiores al valor promedio registrado para el Estado de Oaxaca (36,06 habitantes/km<sup>2</sup>). Los municipios de Santo Domingo Ingenio y San Miguel Chimalapa son los que presentan las densidades más bajas: 20,57 y 3,73 habitantes/km<sup>2</sup>, respectivamente (Cuadro IV.2.4.1-7.).

<b>Cuadro IV.2.4.1-7. Densidad demográfica de los municipios considerados en el área de estudio del P.E. La Venta II.</b>			
<b>Municipio</b>	<b>Superficie total km<sup>2</sup></b>	<b>Población Total del Municipio</b>	<b>Habitantes/km<sup>2</sup> en el Mpio.</b>
Juchitán de Zaragoza	414,64	78 512	189 35
Santo Domingo Ingenio	354,68	7 295	20 57
San Miguel Chimalapa	1 593,50	5,947	3 73
Asunción Ixtaltepec	547,33	14,249	26 03
<b>Estado de Oaxaca</b>	<b>95 364,00</b>	<b>3 438 765</b>	<b>36 06</b>

Los requerimientos de personal durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, y mantenimiento serán de 232 personas. De este total, para la etapa de preparación del sitio y de construcción, el proyecto considera que el 90% de las personas contratadas como mano de obra no calificada serán de origen local y el 10% restante de origen regional; con respecto a la mano de obra especializada se prevé que el 20 % de personal contratado sea de origen local, 10 % regional y 70 % Nacional. Estas contrataciones se realizarán en los poblados cercanos a las obras del proyecto. Así mismo, está previsto que el personal calificado proveniente de otros lugares, habrá de utilizar la infraestructura disponible en la ciudad de Juchitán, situada a 30 km de las obras, por lo cual no será necesaria la instalación de campamentos ni dormitorios. Debido a la relativa cercanía de las áreas de obra con los centros de población y las facilidades de transporte que existen, no es previsible que el proyecto induzca la creación de nuevos asentamientos humanos y en general se puede esperar que las modificaciones sobre la dinámica poblacional regional sean mínimas.



### ***b) Empleo y Actividades Productivas***

Según los resultados del XII Censo General de Población y Vivienda, en el año 2000 en todas las localidades del área de estudio, el nivel de ocupación de la población económicamente activa era superior al 98,5% (ver Cuadro IV.2.4.1-8). Sin embargo, el 8,64% y el 12,5% de la población ocupada en La Venta y Santo Domingo Ingenio respectivamente, no perciben ingreso por su trabajo. En la localidad de La Venta más de la mitad (55,35%) de la población económicamente activa trabaja en el sector primario, el 29,63% y 12,8% restantes trabaja en los sectores terciario y secundario, respectivamente. Esto contrasta con lo que ocurre en el poblado de Santo Domingo Ingenio, donde solo 21,23% de la población ocupada trabaja en actividades agrícolas o ganaderas, 36,2% se dedica a la construcción o industria manufacturera y el 40% trabaja en el comercio, transporte u otros servicios profesionales. En Santo Domingo Ingenio existe un ingenio azucarero que lleva operando más de 90 años.

Gran parte de la superficie comprendida en el área de estudio, corresponde a zonas de uso agrícola. En la región la agricultura es de riego y de temporal. Los terrenos que serán usados para implantar los aerogeneradores del P.E. La Venta II, incluyen tierras de uso agrícola y áreas ocupadas por acahual de Bosque Tropical Caducifolio. Cabe señalar que la mayor porción de tierras que están actualmente bajo uso agrícola y que serán impactadas por el proyecto, pertenecen al ejido La Venta. En el área de estudio las actividades agrícolas se centran en el cultivo de caña de azúcar, maíz, sorgo, cacahuete, sandía, melón, camote, pepino, calabaza, ajonjolí y frijol. Hasta hace pocos años la caña de azúcar era el cultivo más redituable, pero la caída de los precios del mercado ha motivado que muchos agricultores destinen sus terrenos a la cría de ganado bovino. La misma acción se está llevando a cabo en algunos terrenos dedicados al cultivo de maíz y sorgo, debido a los daños causados por el viento y los efectos de las plagas, que han empezado a proliferar en el área. Esto ha ocasionado que muchos campesinos hayan empezado a incursionar como ganaderos. De hecho, el sorgo que se cosecha en la zona, también es utilizado como forraje para el ganado bovino. A causa de los fuertes vientos, las tierras se cultivan durante el ciclo primavera-verano. En general, aún en los terrenos que cuentan con



riego, los rendimientos de los cultivos son bajos y están por debajo de la media nacional (Sánchez-Astelo *et al.*, 2000).

El presente proyecto podría aliviar, al menos temporalmente, las necesidades de ingreso en las comunidades señaladas.

**Cuadro IV.2.4.1-8. Población económicamente activa y su distribución por sectores de actividad, en los asentamientos humanos en el área de estudio**

Localidad	Población Total	Población Económicamente		Población ocupada	Población ocupada en el sector			Población ocupada que no recibe ingreso por trabajo
		activa	inactiva		primario	secundario	terciario	
La Venta	1814	489	920	486	269	62	144	42
Santo Domingo Ingenio	5796	1986	2449	1969	418	713	792	246
Barrio Ventero	39	13	19	13	2	3	8	0
Santa Lucía	2							
El Mango	4							
Total	7655	2488	3388	2468	689	778	944	288
<b>Municipios</b>								
Juchitán de Zaragoza	78512	28175	28961	27758	3915	8425	14977	2746
Santo Domingo Ingenio	7295	2456	3092	2435	708	799	878	362

Las superficies cubiertas por acahual de Bosque Tropical Caducifolio, ubicadas en las porciones Noroeste, Norte y Noreste del área de estudio, corresponden a parcelas abandonadas que se han enmontado. En el caso del acahual que está en la porción Noreste del área de estudio, los terrenos donde se desarrolla pertenecen al ejido de Santo Domingo, que han sido abandonados por la dificultad que existe para atravesar el río Espíritu Santo.

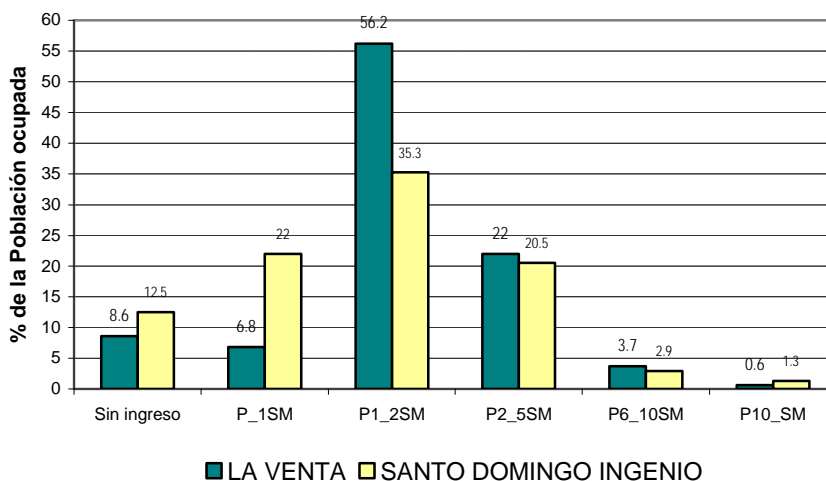
La vocación del suelo es para uso agrícola en la mayor parte de los terrenos donde se planea instalar los aerogeneradores, pero están siendo destinados a la ganadería extensiva. En gran parte de la región, el uso de los terrenos para otra actividad diferente a la agrícola tiene un efecto mínimo para las economías regionales.



Del total de 2 468 personas que conforman la población ocupada en el conjunto de localidades del área de estudio 471 personas (19,1%) perciben menos de un salario mínimo, 971 (39,3%) reciben de 1 hasta 2 salarios mínimos, 514 (20,8%) entre 2 y hasta 5 salarios mínimos, y 288 personas (11,7%) no percibe ninguna remuneración por su trabajo (ver Cuadro IV.2.4.1-9). Considerando solo los habitantes de la localidad de La Venta que esta en el área de influencia, se tiene que la población ocupada suma 486 personas de las cuales 8,6% (42) no perciben ningún salario, 6,8% (33) perciben menos de un salario mínimo, 56,2% (273) reciben de 1 hasta 2 salarios mínimos, y 22% (107) perciben entre 2 y hasta 5 salarios mínimos (Figura IV.2.4.1-3).

**Cuadro IV.2.4.1-9 Condición, por rangos de remuneración, de la población ocupada en las localidades del área de estudio del P.E. La Venta II.**

Localidad	Población ocupada	Población ocupada que percibe					Población que no trabaja	Población que no percibe remuneración
		Menos de 1 salario mínimo	entre 1 y 2 sm	entre 2 y 5 sm	entre 6 y 10 sm	más de 10 salarios		
La Venta	486	33	273	107	18	3	4	42
Santo Domingo Ingenio	1969	433	695	404	57	26	27	246
Barrio Ventero	13	5	3	3	0	1	0	0
Santa Lucia		*	*	*	*	*	*	
El Mango		*	*	*	*	*	*	
Total	2468	471	971	514	75	30	31	288
<b>Municipios</b>								
Juchitán de Zaragoza	27758	6140	9612	6069	1306	389	417	2746
Santo Domingo Ingenio	2435	519	890	450	66	28	29	362



**Figura IV.2.4.1-3. Porcentaje de la población ocupada en santo Domingo Ingenio y La Venta, según rangos de remuneración: P\_1SM menos de 1 salario; P1\_2SM entre 1 y 2 salarios; P2\_5SM de 2 a 5 salarios; P6\_10SM de 6 a 10 salarios y P10\_SM de 10 o más salarios**

### c) Servicios y factores socioculturales

En el área de estudio la mayoría de las viviendas cuentan con servicios. Así del total de 1 980 viviendas habitadas que hay en dicha área, 1 563 (79%) viviendas cuentan con todos los servicios; 1 912 (96,7%) disponen de energía eléctrica, 1841 (93,1%) cuentan con agua entubada y 1638 (82,8%) disponen de drenaje (Cuadro IV.2.4.1-10). Los servicios con que cuentan las viviendas en Santo Domingo Ingenio y La Venta están por arriba del promedio para los municipios de Santo Domingo Ingenio y Juchitán de Zaragoza. Comparativamente, Santo Domingo Ingenio tiene un mayor déficit de servicios que La Venta. En La Venta más del 98% de todas las viviendas habitadas cuentan con servicio de agua entubada y energía eléctrica. Cabe mencionar que, aunque la mayoría de las viviendas en La Venta cuentan con agua entubada, el crecimiento de la población ha ocasionado problemas con el abasto de agua. El pozo (38 m de



profundidad) del que extraen actualmente el agua para beber, ha empezado a resultar insuficiente para la demanda que existe. Además de que el agua que se extrae del pozo se distribuye sin tratamiento previo. Estos aspectos deben ser considerados por el proyecto para evitar agudizar los problemas mencionados.

**Cuadro IV.2.4.1-10. Servicios con los que cuentan las viviendas habitadas en las localidades ubicadas en el área de estudio del proyecto**

Localidades	Total de viviendas habitadas	Viviendas particulares habitadas que disponen de				% con Cobertura de			
		agua entubada	drenaje	Energía eléctrica	agua entubada, drenaje y energía eléctrica	agua entubada	drenaje	energía eléctrica	agua entubada, drenaje y energía eléctrica
La Venta	482	474	447	473	437	98,3	92,7	98,1	90,7
Santo Domingo Ingenio	1 486	1 359	1 184	1 430	1 119	91,5	79,7	96,2	75,3
Barrio Ventero	10	8	7	9	7	80,0	70,0	90,0	70,0
Santa Lucia	1								
El Mango	1								
Total	1 980	1 841	1 638	1 912	1 563	93,1	82,8	96,7	79
<b>Municipios</b>									
Juchitán de Zaragoza	16 515	14 289	14 589	15 850	13 351	86,5	88,3	96,0	80,8
Santo Domingo Ingenio	1 878	1 611	1 450	1 769	1 296	85,8	77,2	94,2	69,0

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del año 2000, en el municipio de Juchitán de Zaragoza más de la mitad de la población de 5 años y más, hablaba lengua indígena. Los mismos datos del censo 2000 indican que del total de la población de 5 años y más que habitaba en el área de estudio (6 997 personas), el 8,2% (577) hablaba lengua indígena. En La Venta 105 personas hablaban lengua indígena y en Santo Domingo Ingenio otras 502 personas, todas esas personas también eran bilingües. En las dos comunidades mencionadas el grupo étnico es el zapoteco.

En las comunidades del área de estudio la religión católica es la religión preponderante. De un total de 6 997 personas de cinco años y más, el 72,3% (5 058) profesan la religión católica.





Del total de viviendas habitadas que hay en el área de estudio, en 1 637 (82,7%) utilizan gas para cocinar, solo en el 16% utilizan leña para cocinar. En La Venta el 93,6% (451) de las viviendas habitadas usan gas y 6,2% (30) usan leña; en Santo Domingo Ingenio el 79,3% de las viviendas usan gas y 19% usan leña. En las dos localidades mencionadas anteriormente existen servicios telefónico y de transporte.

No existen sitios para el confinamiento de la basura, en las localidades cercanas al sitio del proyecto. La gente acostumbra quemarla. El confinamiento más cercano se localiza cerca de Juchitán, aproximadamente a 30 km del sitio del proyecto.

Para tener un panorama más detallado sobre las condiciones de desarrollo de las comunidades en el área de influencia se presentan los datos siguientes.

**Salud:** El 55,6.9% (4 257 personas) de la población total en el área de estudio cuenta con derecho a servicio de salud en alguna institución pública o privada (INEGI, 2000); sin embargo, el rezago más grande se presenta en La Venta donde sólo el 36,6% (664 personas) de su población tiene derecho a servicios de salud. En cambio, en Santo Domingo Ingenio el 61,6% (3 572 personas) cuentan con cobertura médica (Cuadro IV.2.4.1-11).

<b>Cuadro IV.2.4.1-11. Número de personas y porcentaje de la población que cuenta con servicio de salud en el área de estudio</b>			
<b>Localidad</b>	<b>Población Total</b>	<b>Población que no tiene derecho a servicio de salud en alguna institución</b>	<b>% de población SIN cobertura de servicio de salud</b>
La Venta	1 814	1 144	63,1
Santo Domingo Ingenio	5 796	2 189	37,8
Barrio Ventero	39	18	46,2
Santa Lucia	2	*	
El Mango	4	*	
Total	7 655	3 351	43,8
<b>Municipios</b>			
Juchitán de Zaragoza	78 512	55 372	70,5
Santo Domingo Ingenio	7 295	3 520	48,3



En el área de estudio suelen presentarse casos de dengue, generalmente esto sucede en mayo y junio, la temporada de lluvias; hace dos años en la comunidad de La Venta se registraron casos de dengue hemorrágico. En el año 2001, el Estado de Oaxaca junto con Campeche, Guerrero, Chiapas y el sur de Veracruz, presentaron las mayores tasas y riesgos para Dengue Clásico (Navarrete *et al.*, 2002). El área de estudio está en una de las zonas consideradas como focos mesoendémicos persistentes de transmisión de paludismo (Secretaría de Salud, 2001).

**Migración:** La población local tiene un alto arraigo en su comunidad; el 95,5% (7 308) de la población que habita las comunidades en el área de estudio nació en el Estado de Oaxaca, para la comunidad de La Venta este porcentaje corresponde al 97,7% y para Santo Domingo Ingenio es de 94,9%. Entre 1995 y 2000, solo 217 personas migraron hacia el área de estudio, la mayoría (207 personas) hacia Santo Domingo Ingenio.

**Alfabetismo:** En el área de estudio 1 198 personas no saben leer y escribir, de ellas 109 tienen de 6 a 14 años, y 1 089 tienen 15 años y más, lo cual equivale al 17,5% de la población total en edad de leer y escribir (6 862), y proporcionalmente esto está más acentuado en La Venta (Cuadro IV.2.4.1-12). El nivel de analfabetismo es mayor para el grupo de personas que tiene 15 años o más (20,36%) que para los más jóvenes (7,2%). De las 5 349 personas con 15 años y más, 20,32% (1 087) no tienen instrucción primaria y 25,09% (1 342) están con primaria incompleta. En el área de estudio el grado promedio de escolaridad es de 5,8 (Cuadro IV.2.4.1-12).



**Cuadro IV.2.4.1-12. Indicadores de alfabetismo de los pobladores que habitan las comunidades ubicadas en el área de estudio del proyecto**

Localidad	Población de 6 a 14 años			Población de 15 años y más			Población de 15 años y más		Grado promedio de escolaridad
	Total	que no sabe leer y escribir	% del total	Total	analfabeta	% del total	sin instrucción	con primaria incompleta	
La Venta	354	28	7,91	1 281	284	22,17	278	305	5,78
Santo Domingo Ingenio	1 151	81	7,04	4 040	803	19,88	807	1 030	5,77
Barrio Ventero	8	0	0,00	28	2	7,14	2	7	7,29
Santa Lucía	*	*		*	*		*	*	*
El Mango	*	*		*	*		*	*	*
<b>Total</b>	<b>1 513</b>	<b>109</b>	<b>7,20</b>	<b>5 349</b>	<b>1 089</b>	<b>20,36</b>	<b>1 087</b>	<b>1 342</b>	
<b>Municipios</b>									
Juchitán de Zaragoza	16 664	2 508	15,05	51 624	10 675	20,68	10 262	11 134	6,26
Santo Domingo Ingenio	1 506	97	6,44	5 016	1 027	20,47	1 040	1 350	5,53

#### d) Percepción social hacia el proyecto

De acuerdo con los datos recabados en campo mediante entrevistas realizadas a los habitantes de las localidades de La Venta y Santo Domingo Ingenio, la percepción social hacia el proyecto se resume de la manera siguiente.

En términos generales, el proyecto tiene aceptación entre los pobladores locales, particularmente entre los habitantes del ejido de La Venta. Sin embargo, entre los ejidatarios existe cierta desinformación sobre los alcances del proyecto y vacíos importantes de información relativos a los acuerdos que se manejarán para el usufructo de los terrenos ejidales. Al respecto, Winrock Internacional (WI), el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) y la Fundación Mexicana para el Desarrollo Sustentable (FMDR), han elaborado el documento *Información sobre arrendamiento de tierras y potencial de generación de empleos relacionados con el desarrollo de proyectos eeléctricos en México* (WI/IIE/FMDR 2003); que plantea una serie de esquemas, términos y condiciones, para facilitar el arrendamiento de tierras dentro de la estrategia para



desarrollar la energía eólica en el Istmo de Tehuantepec. Durante el proceso de elaboración de dicho documento, se recopiló una serie de preguntas expuestas por varios propietarios de tierras; esas preguntas fueron contestadas por WI, FMRD y la Secretaría de Desarrollo Industrial y Comercial (SEDIC), y sirvieron para elaborar el tríptico *Energía Eólica: aspectos de renta de la tierra*, en el que se exponen las respuestas a las preguntas planteadas. A pesar de que el tríptico ya fue difundido, durante las entrevistas realizadas en este estudio no se detectó que los pobladores y las autoridades del ejido La Venta conocieran dicha información. Las autoridades del municipio de Santo Domingo Ingenio tampoco hicieron alusión a dicha información.

Las autoridades municipales y los grupos ecologistas, también tienen una escasa información sobre la magnitud y los alcances del proyecto, por lo que manejan una idea muy vaga y equivocada del mismo.

Al respecto, los ejidatarios manifestaron la necesidad de tener más pláticas sobre el proyecto a fin de saber cual sería la superficie total a afectar, incluyendo la definición de los caminos de acceso. Así mismo, desean saber quién sería el responsable de remediar los daños que pudiera ocasionar la obra; mencionando como precedente, la afectación temporal ocasionada al camino que pasa a un lado de los aerogeneradores que operan actualmente, la cual fue atendida en su momento por la CFE.

Así mismo, los ejidatarios desean saber para que sirve el proyecto y qué beneficios tendrán con la construcción y operación del mismo. Consideran que, para la construcción del proyecto se requerirá el uso de varios terrenos en las parcelas ejidales, pero para su operación va a necesitar hacer uso de las condiciones que existen actualmente en los terrenos del ejido. Varios ejidatarios de La Venta creen que el esquema de pago individual por el usufructo de los terrenos del ejido, es una de las causas principales en los reclamos que han existido desde hace tiempo hacia la CFE. En este sentido, la CFE ha solicitado a la Comisión de Avalúos de Bienes Nacionales (CABIN), considerar en el avalúo para el usufructo de los terrenos que se requerirán para implantar la Central, tanto las zonas localizadas entre las filas de aerogeneradores, como las



zonas de reserva alrededor del conjunto de aerogeneradores, zonas en las que no se efectuará ninguna obra de la Central, pero en las que la CFE requiere tener control para evitar que terceros realicen actividades que obstruyan la libre circulación del viento entre los aerogeneradores.

Los ejidatarios plantean que tratándose de terrenos ejidales, los beneficios son para unas pocas personas, pero que las afectaciones pueden ser para muchos más. Tomando en cuenta que la dotación ejidal del ejido La Venta es para 460 beneficiarios, las autoridades ejidales prevén que el beneficio del usufructo de los terrenos ocupados por la Central será para un grupo pequeño de ejidatarios, lo cual podría generar descontento entre el resto de los ejidatarios, que son la mayoría. Las autoridades ejidales creen que esto puede evitarse visualizando un beneficio tangible para todos los ejidatarios; al respecto, subrayaron que dicho beneficio debe ser comunitario y estar orientado a llenar una necesidad colectiva concreta. Así mismo, recomendaron que sería conveniente abstenerse de emplear compensaciones económicas, ya que esto podría funcionar como factor de desunión entre los ejidatarios que perciben un beneficio y aquellos que no reciben ninguno.

También tienen dudas sobre si la operación del proyecto ocasionará algún daño sobre la salud.

Los ejidatarios consideran que las pláticas recibidas por parte de CFE y las compañías interesadas en la generación eoloeléctrica en la región, han sido muy técnicas, y que desconocen qué compromisos serán los que deberán existir entre ellos y los que desarrollen el proyecto. En este sentido la CFE afirma que una vez que cuente con el avalúo de CABIN, estará en condiciones de entrar en negociaciones con los ejidatarios y establecer los compromisos tanto de los ejidos, como de la propia CFE. En el marco de tales negociaciones, la CFE aportará detalles sobre las superficies que se requeriría ocupar en los distintos predios para instalar la Central, la forma en que ésta operará y los equipos que la conformarán, asimismo se dará respuesta a las preguntas que pudieran hacer los ejidatarios al respecto.



Los ejidatarios de La Venta mostraron mayor interés por el proyecto, que los ejidatarios de Santo Domingo Ingenio, y así lo manifestaron durante las entrevistas realizadas. De hecho el PROCEDE (Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares), ya fue aplicado en el ejido La Venta, donde cuentan con el Plano Ejidal y Planos Parcelarios expedidos por el Registro Agrario Nacional (RAN). En cambio, en el ejido Santo Domingo Ingenio no se tienen asignados los derechos parcelarios. Esta diferente situación, en cuanto a la certificación de derechos ejidales, puede influir en la forma de manejar y negociar el proyecto entre los ejidos mencionados.



### **IV.2.5. Diagnóstico Ambiental**

Con base en la información que se recopiló en la fase de caracterización ambiental, en este apartado se realiza el diagnóstico del sistema ambiental. En primer lugar se hace una descripción del sistema ambiental a partir de los resultados obtenidos con las imágenes de satélite, fotografías aéreas y recorridos en el sitio donde se pretende llevar a cabo el proyecto. Se identificaron las unidades ambientales y se realizó una valoración de las mismas, considerando los componentes más relevantes del medio físico, biológico y socioeconómico. Posteriormente, se cuantificó el potencial de afectación de estas unidades ambientales considerando su fragilidad, vulnerabilidad y reversibilidad y se describieron las amenazas (fuentes de perturbación ajenas al proyecto) presentes en la zona de estudio. El análisis se condujo hasta la obtención de una serie de valores (índices), con los cuales se estableció la importancia de las unidades ambientales y su potencial de afectación.

#### **IV.2.5.1 Descripción del sistema ambiental**

El área de estudio se caracteriza por la presencia de vientos conocidos como Nortes o Tehuanos, los cuales al arribar al Golfo de México son detenidos por las barreras naturales que forman la Sierra Madre Oriental, el extremo Oriental de la Faja Volcánica Transmexicana y la Sierra Madre de Chiapas y se ven interrumpidos en el denominado Paso Chivela, presente en el área de baja presión del Golfo de Tehuantepec. Estos vientos han sido estudiados ampliamente por empresas, instituciones y dependencias gubernamentales de México y Estados Unidos, generando Mapas Eólicos Preliminares del Estado de Oaxaca. Los vientos pueden ser muy intensos con velocidades de hasta 216 km/h, en las inmediaciones de las poblaciones de La Venta y La Ventosa, en Oaxaca.

El área de instalación del proyecto, se encuentra inmersa en la zona del Istmo de Tehuantepec en el estado de Oaxaca y abarca dos municipios, Juchitán de Zaragoza y Santo Domingo. En esta



área quedan comprendidas cinco localidades con una población de 7 655 habitantes, de las cuales, la localidad La Venta es la única que se encuentra dentro del área de estudio del proyecto y alberga 1 814 personas. Las viviendas encontradas ahí se localizan a una distancia de 380 a 400 m de la planta piloto que actualmente se encuentra en operación con siete aerogeneradores.

El predio donde se instalará el proyecto, ocupa una superficie de 1 912 ha y se encuentra dentro de la Región Florística Provincia Costa Pacífica (Rzedowski, 1973), la cual se extiende en forma de una franja angosta desde el Este de Sonora y Sureste de Chihuahua hasta Chiapas, en el Istmo de Tehuantepec se bifurca para englobar la depresión central de Chiapas. La agricultura que se presenta es de riego y de temporal, actividades que se han ido incrementando a través del tiempo, destacando cultivos de sorgo, maíz y caña de azúcar, este último cultivo se desarrolla debido a que en el municipio de Santo Domingo se localiza el ingenio azucarero del mismo nombre. Hasta hace unos años esta actividad fue la más redituable, no obstante, varios agricultores han sustituido esta actividad por la cría de ganado bovino. Lo anterior debido entre otras cosas a que los cultivos son dañados por los fuertes vientos que azotan el área, así como por las plagas que han empezado a proliferar.

Dentro del área de estudio, aún existe una porción de bosque tropical caducifolio situada al Noroeste del predio donde se pretende ubicar la Central. Hacia el Norte y Noreste del predio se encuentran sitios en donde, debido a su uso como agostadero, se ha establecido vegetación secundaria formada por elementos derivados del bosque tropical caducifolio (acahual), que en alguna época fue el tipo de vegetación que predominó en el área.

En la actualidad, dentro del predio donde se establecerá la Central se encuentra vegetación de acahual de bosque tropical caducifolio y áreas agrícolas que cubren la mayor parte de la superficie. En algunas épocas del año, se forman cuerpos de agua de manera intermitente, las cuales abastecen de humedad a los terrenos más cercanos. Estas zonas funcionan como refugios y son fuente de alimento para algunas especies de fauna silvestre (aves, reptiles, anfibios y mamíferos), por lo que para el análisis de criticalidad se consideró como una unidad ambiental.





Las diferentes especies de fauna que fueron localizadas en el área del proyecto corresponden a 128 especies de aves, 27 especies de mamíferos, 7 especies de reptiles y 2 especies de anfibios. En este sentido, sobresale la importancia de la zona para las aves, ya que en ella se encuentra representado el 33,5% de la avifauna que ocurre en todo el país. En la zona existe una alta diversidad de especies residentes y migratorias. Estas especies generalmente se encuentran asociadas a zonas inundables, como el bosque de galería, o a ambientes con cierto grado de complejidad estructural como el bosque tropical caducifolio, áreas de vegetación secundaria y en menor medida en áreas agropecuarias.

La razón principal de la alta diversidad ornitológica puede deberse a que el área de estudio se encuentra localizada en una región particularmente importante para la migración de aves. Durante el otoño en esta área convergen todas las rutas de migración de aves provenientes de México y Norteamérica.

Generalmente estas aves invernan en México y América Central para después llegar a su destino en Sudamérica. Las aves provenientes del Este migran a través del Golfo de México o siguiendo la cuenca del río Mississippi; las del Oeste a través de las Montañas Rocosas y las montañas de México, y las del Pacífico utilizan la costa o el mar abierto. De hecho podría plantearse que las aves migran siguiendo caminos o rutas muy precisas.

Por otro lado, y de acuerdo con BIRDLIFE (Stattersfield *et al*; 1998), la región del Istmo de Tehuantepec, está reconocida como una de las áreas endémicas de aves en el mundo. Por ello, el área de interés forma parte de un corredor biológico de gran importancia para el flujo de especies residentes y principalmente migratorias.

De las especies de mamíferos presentes en el área de estudio, las más susceptibles a ser afectadas, debido a la transformación y eliminación del hábitat en algunos sitios, corresponden a los murciélagos, roedores y carnívoros. La presión derivada de la transformación del hábitat será más acentuada para los mamíferos residentes en el acahual que para los que viven en los



cultivos, debido a que las especies que habitan en los terrenos agrícolas son capaces de desplazarse hacia diferentes tipos de hábitat.

Respecto a la herpetofauna, los grupos que se verán afectados con la construcción del proyecto eólico, corresponden a anfibios y reptiles; ambos grupos usualmente habitan charcas y zonas muy húmedas. Durante las diferentes fases que abarca el proyecto, la de construcción, es la que posiblemente podría afectar en mayor medida a estos grupos.

#### **IV.2.5.2 Análisis de criticalidad**

En este apartado se analiza la criticalidad o importancia de cada una de las unidades ambientales que se encuentran en el área de estudio. Para ello se definió como Unidad Ambiental a cada territorio con atributos de vegetación semejantes y contiguas. En este sentido, la unidad ambiental corresponde a cada tipo de vegetación dominante y son las siguientes: Bosque Tropical Caducifolio, Acahual de Bosque Tropical Caducifolio y Área agropecuaria con vegetación de bosque de galería. Las unidades ambientales están constituidas por componentes ambientales. Los componentes ambientales se definen como entidades biológicas que constituyen a la unidad ambiental, en este caso se tomaron los órdenes (desde el punto de vista taxonómico para la fauna).

Para cada una de las unidades ambientales se calcularon los índices que se describen a continuación.

#### **Importancia de la Unidad Ambiental (IUA).**

$$IUA_i = RF_i \times CH_i \quad (1)$$



**Donde:**

$IUA_i$  = Importancia de la unidad ambiental  $i$  como proveedora de hábitat para la fauna

$RF_i$  = Riqueza de fauna.- Número de especies identificadas en la unidad ambiental  $i$

$CH_i$  = Calidad del hábitat que brinda la unidad ambiental  $i$

Este índice está conformado por dos parámetros. El primero de ellos ( $RF_i$ ) cuantifica la riqueza por grupo faunístico (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) que se estimó, alberga cada unidad ambiental. La riqueza biológica es un indicador importante en la evaluación de los servicios ambientales provistos por los ecosistemas.

El segundo ( $CH_i$ ), valora cada una de las zonas susceptibles a ser impactadas, considerando la provisión que éstas hacen como hábitat para las especies contenidas en ellas (lo que a su vez se correlaciona con el control de la erosión y la regulación micrometeorológica entre otros servicios ambientales).

La calidad del hábitat ( $CH_i$ ) se evalúa tomando en cuenta la complejidad estructural de la vegetación y la disponibilidad de agua, características que a su vez son indicadoras de la disponibilidad de sitios de refugio y recursos para cada clase faunística. La calidad del hábitat se cuantifica en función de la cobertura relativa de cada uno de los estratos de cada tipo de vegetación presente en el área y una medida cualitativa de la disponibilidad de cuerpos de agua (Cuadro IV.2.5-1). En el caso de la cobertura relativa de vegetación, los datos corresponden a la descripción de los sitios de muestreo representativos de cada unidad ambiental y que se presentaron en el apartado IV.2.2.1. En cuanto a la disponibilidad de cuerpos de agua, la información se obtuvo también en campo y para ello los grupos de trabajo consideraron que la calidad de hábitat en una condición que incrementa la sobrevivencia y la reproducción de un individuo. Por lo tanto, la importancia de estas dos características del hábitat (estructura y



disponibilidad de agua) se ponderan ( $E_{ij}$ ) de acuerdo con los puntajes que se obtienen con base a la opinión de expertos, a quienes se pidió que distribuyeran cuatro puntos para calificar la importancia de los estratos de vegetación y la presencia de cuerpos de agua para la sobrevivencia de cada grupo faunístico. El Cuadro IV.2.5-2 muestra los puntajes empleados en este análisis.

<b>Cuadro IV.2.5-1. Cobertura relativa* total de cada estrato e importancia de cuerpos de agua en las unidades ambientales</b>			
<b>SITIO</b>	<b>BTC</b>	<b>ABTC</b>	<b>AA/BG</b>
Árboles	3,134	3,366	0,000
Arbustos	0,563	1,568	0,699
Hierbas	3,687	5,654	32,945
Cuerpos de agua	3	2	1

\*Valores totales tomados de los parámetros estructurales presentados en el apartado de vegetación.  
BTC=Bosque Tropical Caducifolio; ABTC= Acahual de Bosque Tropical Caducifolio; AA/BG= Área agropecuaria con bosque de galería.

<b>Cuadro IV.2.5-2. Coeficientes de importancia estructural del hábitat para cada clase</b>				
<b>Clase</b>	<b>Arbóreo</b>	<b>Arbustivo</b>	<b>Herbáceo</b>	<b>Cuerpo de Agua</b>
Anfibios	1	2	0	3
Reptiles	0	3	2	1
Aves	2	1	0	3
Mamíferos	3	2	0	1

Nivel de importancia: 0= mínima, 1= baja, 2= media, 3= alta

Con lo anterior, el cálculo de  $CH_i$  se llevó a cabo con la siguiente fórmula:

$$CH_i = \sum_k \sum_j E_{ij} y_{jk} \quad (2)$$



***Donde:***

**$CH_i$**  = Calidad del hábitat de la Unidad Ambiental i

**$E_{ij}$**  = Disponibilidad de cuerpos de agua y cobertura del estrato j en la Unidad Ambiental i

**j:** = 1 = hierbas, 2 = arbustos 3 = árboles y 4 = cuerpos de agua

**$Y_{jk}$**  = Coeficiente de importancia de disponibilidad de agua y del estrato j para la clase ky

**k:** = Clase (1...4) 1= anfibios, 2 = reptiles, 3 = aves y, 4 = mamíferos

Por otro lado, la valoración de un ecosistema también depende del tipo de especies que lo conforman. En la práctica, es justificado hacer grandes desembolsos para salvar algunas especies. En estos casos, el valor de las especies viene a ser sustituto del valor del ecosistema. Estas especies generalmente se encuentran catalogadas dentro de listas de protección como la NOM-059-SEMARNAT-2001. Frecuentemente estas listas contienen a aquellas especies de orden mayor en la cadena trófica, las que al tener mayores requerimientos son indicativas de la salud del ecosistema entero (Goulder y Kennedy 1997). Por lo tanto, la inclusión de las especies NOM como un parámetro de valoración de cada una de las áreas resulta indispensable en el análisis de criticalidad que se realiza en la propuesta.

En este sentido, para cada unidad ambiental la estimación se basa, para cada especie, en dos aspectos: el estatus de conservación (*s*), y la confiabilidad de su presencia en el área (*c*). En primer lugar, se pondera el status en el que está catalogada cada especie de flora y fauna de acuerdo a la siguiente escala: Probablemente extinta en el medio silvestre = 4, En peligro de extinción = 3, Amenazada = 2 y Sujeta a protección especial = 1. La información relacionada con el método de identificación de la especie se utiliza como una medida de la confiabilidad en la determinación de la especie. Así, si los individuos fueron colectados, observados u oídos en el estudio se considera altamente confiable y se le asigna un valor de 4. Si la presencia de la especie fue determinada por métodos indirectos en el sitio (huellas, excretas, rascaderos, o echaderos) se considera información confiable y se le asigna un valor de 3. Para las especies que han sido



capturadas u observadas en otros estudios en la zona se les asigna el valor 2. Finalmente, si la especie sólo ha sido reportada con distribución potencial en el sitio por CONABIO u otra fuente bibliográfica se califica con 1. Con las calificaciones del estatus y la confiabilidad en la determinación de la especie se calcula el índice de importancia por especies NOM ( $VN_j$ ):

$$VN_i = \sum_e S_e C_{ie} \quad (3)$$

*Donde*

$S_i$  es el coeficiente asociado con el estatus (1...4) de la especie e (1,2,3,...n)

$C_{ie}$  es la confiabilidad de la ocurrencia de la especie e en la unidad ambiental j.

El interés de los grupos sociales para la conservación es otro aspecto importante que debe ser considerado. Dicho interés puede incorporarse en el análisis como una función dentro del área ocupada por el trazo del proyecto como se ha realizado en otras manifestaciones (Instituto de Ecología, A.C., 2002, 2003). Sin embargo, para este proyecto, el único grupo de interés sobre la zona de interés fue BIRDLIFE para el caso de aves endémicas. Dado que para BIRDLIFE toda la zona del Istmo de Tehuantepec es importante, no es posible diferenciar entre las unidades ambientales que aquí se analizan. Por esta razón, y en consideración de que además no se encontraron otros grupos que manifestaran interés por la zona, el interés de grupos sociales no es incorporado en el análisis de criticalidad de la manera en que se hizo en los estudios antes mencionados.



## Valor de criticalidad

Finalmente, con el objetivo de obtener un solo valor de criticalidad ( $VC_j$ ) de las unidades ambientales analizadas, los índices anteriores se normalizan, se suman y se le asignan a las unidades ambientales dentro de la zona de estudio. El Cuadro IV.2.5-3 muestra estos valores de criticalidad.

<b>Cuadro IV.2.5-3 Resumen de Índices calculados, valores normalizados y valor de criticalidad (VC) para cada unidad ambiental</b>			
<b>Unidad ambiental</b>	<b>BTC</b>	<b>ABTC</b>	<b>AA/BG</b>
IUA	2415,15	2637,54	1271,90
VNj	177,00	124,00	79,00
<b>Normalizados</b>			
IUA	0,92	1,00	0,48
VNj	1,00	0,70	0,45
<b>SUMA</b>	1,92	1,70	0,93
<b>VC</b>	<b>1,00</b>	<b>0,89</b>	<b>0,48</b>

IUA = Importancia de la Unidad Ambiental como proveedora de hábitat para la fauna, VN = Valor de Importancia por especies NOM. BTC = Bosque Tropical Caducifolio, ABTC = Acahual de Bosque Tropical Caducifolio y AA/BG = Area Agropecuaria con Bosque de galería.

De acuerdo con el cuadro IV.2.5-3 la unidad ambiental más crítica es el bosque tropical caducifolio y la que obtuvo el valor de criticalidad más bajo fue el área agropecuaria con bosque de galería. La importancia del bosque tropical caducifolio se debe principalmente al valor alto del índice de especies NOM. En el caso del acahual de bosque tropical caducifolio hay que resaltar su importancia como proveedora de hábitat para la fauna, lo cual se refleja en el valor alto que obtuvo con el índice IUA. Con los resultados anteriores, se puede generar un mapa de criticalidad que muestra las diferencias entre las zonas analizadas (Figura IV.2.5-1). Dado que el valor de criticalidad estima la relevancia o importancia de las unidades ambientales, los resultados de esta sección son retomados en la sección de impactos (Capítulo 5 de este documento).



Por otro lado, hay que reconocer que en el análisis de criticalidad realizado hasta este momento, no ha sido considerada la importancia de la zona desde el punto de vista ornitológico. En otras secciones de esta manifestación se ha mencionado que la zona dentro de la cual se pretende establecer este proyecto está situada en la ruta migratoria más importante del continente. Este hecho es de suma relevancia y por lo tanto se manifiesta que una afectación a la ruta migratoria, podría repercutir en las poblaciones de algunas de las especies que cruzan el Istmo de Tehuantepec. Obviamente, la importancia biológica de este hecho es de consideración especial y habría también que tener en cuenta la posibilidad de que algún grupo social muestre interés por la zona.

#### **IV.2.5.3. Potencial de afectación**

El análisis de este apartado se realizó con la información obtenida en campo acerca de las amenazas y las condiciones de fragilidad, vulnerabilidad y reversibilidad (ver en la sección de Glosario las definiciones de estos conceptos) de cada sitio. A continuación se presenta el procedimiento que se siguió para este análisis.

- 1) En la imagen de satélite del área de estudio, los grupos de trabajo (fauna y vegetación) anotaron con un código de identificación, las unidades ambientales, los tipos de vegetación y la ubicación de los sitios donde se realizaron los muestreos.
- 2) Para cada uno de los sitios se elaboró el análisis del potencial de afectación utilizando la matriz de interacciones “amenazas” vs “componentes relevantes” (Cuadro IV.2.5-4). Se construyó una matriz para cada uno de los sitios de análisis.





<b>Cuadro IV.2.5-4 Matriz de Interacciones y amenazas por componente ambiental</b>														
Componente Ambiental	Amenazas			Valor del impacto de la Unidad Ambiental		Presencia de cuerpos de agua								
				Alto	3	Alto	3	Medio	2					

- 3) Se identificaron las amenazas (factores de tensión ambiental ajenos al proyecto) presentes en el sitio.
- 4) Se establecieron la relaciones entre amenazas y los componentes relevantes (fauna y vegetación), señalando con una cruz la celda de interacción.
- 5) Para cada uno de los componentes relevantes se llenó la ficha que se ilustra en la Figura IV.2.5-2 de la siguiente forma.





- c) Descripción de amenazas.- Se elaboró una descripción breve que analiza de que manera las amenazas pueden afectar al componente relevante en cada sitio. Los elementos que se usaron para esto fueron principalmente: abundancia, riqueza de especies, patrones de distribución y movilidad.
- d) Grado de fragilidad, vulnerabilidad, reversibilidad y uso.- Se indicó en una escala de cuatro niveles (nula = 0, baja = 1, media =2, o alta =3) el grado de fragilidad, vulnerabilidad, reversibilidad y uso del sitio. Para esto, la fragilidad fue definida como una característica intrínseca del sitio. La pregunta guía para la evaluación de la fragilidad fue: independientemente de si están presentes o no las fuentes de disturbio ¿qué tanto esfuerzo es necesario aplicar para destruir la unidad ambiental en una hectárea? De modo semejante, para evaluar la vulnerabilidad, reversibilidad y uso, el prospector consideró si los elementos potenciales para generar una afectación están presentes al momento de la evaluación, en las inmediaciones del sitio.

Con base en la información reunida con este formato y la matriz de amenazas, se hizo el análisis de potencial de afectación de los sitios identificados.

Cada sitio fue calificado de acuerdo con los puntajes asignados a fragilidad, vulnerabilidad y reversibilidad, en la escala de nula = 0 a alta =3, además de un dato adicional estimado de la literatura que mide la capacidad de regeneración del sitio (meses = 0, años = 1, décadas = 2 y siglos = 3). Para el cómputo del Índice de Potencial de Afectación (IPA) se sumaron los puntajes y se dividieron entre 9, lo que produce un índice que fluctúa entre 0 y 1. (Cuadro IV.2.5-5).



<b>Cuadro IV.2.5-5. Índice de Potencial de Afectación (IPA) para las unidades ambientales</b>					
<b>Unidad Ambiental</b>	<b>Fragilidad</b>	<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Reversibilidad</b>	<b>Uso</b>	<b>IPA</b>
<b>BTC</b>	1	2	2	2	0,78
<b>ABTC</b>	2	2	1	2	0,78
<b>AA/BG</b>	1	1	1	2	0,56

BTC = bosque tropical caducifolio, ABTC = acahual de bosque tropical caducifolio y AA/BG = área agropecuaria con bosque de galería.

El Cuadro IV.2.5-6, muestra las amenazas encontradas para la vegetación y la fauna.

<b>Cuadro IV.2.5-6. Matriz de interacciones amenazas-componente ambiental en cada unidad ambiental</b>										
Unidad Ambiental	Componente	Extracción de madera y leña	Deforestación por apertura de zonas agrícolas	Pastoreo	Cacería para comercio ilegal o autoconsumo	Pérdida de hábitat	Agroquímicos	Sequía temporal del río	Valor social de la U.A.	
									Presencia de cuerpos de agua	
Bosque Tropical Caducifolio	Vegetación	X	X	X					A	B
	Aves	X			X	X			A	B
	Anfibios	X				X			A	B
	Reptiles	X			X	X			A	B
	Mamíferos	X			X	X			A	B
Acahual de Bosque Tropical Caducifolio	Vegetación	X	X	X					B	B
	Aves	X	X		X	X			M	B
	Anfibios	X	X			X	X		M	B
	Reptiles	X	X		X	X	X		M	B
	Mamíferos	X	X		X	X	X		M	B
Área agropecuaria con bosque de galería	Vegetación	X	X						M	M
	Aves	X	X		X	X		X	M	M
	Anfibios	X	X			X		X	M	M
	Reptiles	X			X	X			M	M
	Mamíferos	X	X		X	X		X	M	M

A = Alto, M = Medio, B = Bajo



El impacto de los usos del área para otras actividades sobre la vegetación original (Bosque tropical caducifolio) ha sido muy intenso, alcanzando una gran porción la totalidad del área de estudio del proyecto. La fuerte presión ejercida sobre el área de estudio ha originado la degradación de la cubierta vegetal y por consiguiente la del suelo. Esto ha incrementado las condiciones de xericidad, puesto que al no haber vegetación, la evaporación es muy intensa, dificultándose el restablecimiento de las comunidades vegetales originales.

El bosque de galería, también está sometida a procesos degradativos, por la acción de factores antrópicos. La presión ejercida por la deforestación, quema y tala, sustitución por especies de cultivo, caminos y casas, contaminación de las aguas, vertidos de basuras en los márgenes del río Espíritu Santo ha afectado la calidad de las aguas de dicho río, así como la vegetación de ribera.

A partir de las visitas por las márgenes del cauce del río, se puede concluir que el bosque de galería cada vez es más escasa. La degradación que presenta este tipo de vegetación tiene consecuencias en otras características del sistema. Por ejemplo, se reducen las zonas de refugio para la fauna, en donde algunas de las especies están en peligro de extinción, se incrementa el valor paisajístico de la zona y tiene efectos socioeconómicos, ya que el bosque de galería es un freno a procesos erosivos y amortigua los efectos de avenidas e inundaciones.



---

## **V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

En este capítulo se identifican, describen y evalúan los impactos provocados por la construcción, operación y abandono del Proyecto Eólico (P.E) La Venta II, Oaxaca. A partir de la descripción del proyecto (Capítulo II), su situación con respecto a la normatividad ambiental (Capítulo III) y de los resultados del inventario y del diagnóstico (Capítulo IV), se puede intuir que con excepción del posible efecto que puede tener el proyecto sobre la ruta migratoria de aves (ver capítulo IV), el proyecto no tiene impactos considerables sobre los elementos del medio físico, biótico y social. En este contexto, resulta útil realizar un primer análisis de tipo general mediante una matriz de cribado, con el objeto de señalar las interacciones entre el proyecto y los indicadores de impacto, a sabiendas de que la mayoría de estas interacciones son de poca relevancia. Lo anterior permite cumplir con lo establecido en la guía, y enfocar un mayor esfuerzo al análisis de la posible colisión de aves con los aerogeneradores.

### **V.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales**

Para la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales se utilizaron las siguientes herramientas metodológicas: indicadores de impacto, matriz de interacción de acuerdo con el siguiente procedimiento.

#### **Acciones del proyecto**

El primer paso consistió en listar las actividades que se llevarán a cabo durante la preparación del sitio, la construcción, la operación y el abandono de la Central. Para cada una de estas etapas se desglosaron las acciones asociadas con las actividades, que podrían producir un impacto en los elementos del medio físico, biótico y socioeconómico de la zona (Cuadro V.1-1.)



<b>Cuadro V.1-1 Etapas, actividades y acciones del proyecto</b>		
<b>ETAPA</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>ACCIONES</b>
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>	Desmontes, despalmes	Desmante y despalme Uso de vehículos y maquinaria Presencia de personal Generación de residuos (sólidos, sanitarios y peligrosos).
<b>CONSTRUCCIÓN</b>	Limpieza, trazo y nivelación Movimiento de tierras y relleno con material compactado Excavaciones Sistema de tierras Colado de plantillas Cimbrado y habilitación de acero de refuerzo Colado de cimentaciones Montaje de torres soporte y aerogeneradores Excavación, colocación, relleno y compactación de ductos eléctricos	Uso de vehículos y maquinaria. Presencia de personal. Generación de residuos (sólidos, sanitarios y peligrosos).
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>	Operación de la Central Mantenimiento	Presencia y operación de aerogeneradores Uso de vehículos Presencia de caminos Presencia de personal Generación de residuos (sólidos, sanitarios y peligrosos).
<b>ABANDONO</b>	Desmante de equipo y torres	Uso de maquinaria y vehículos Presencia de personal

### V.1.1 Indicadores de impacto

En segundo lugar se eligieron los indicadores de impacto de acuerdo con lo señalado en la Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector eléctrico, modalidad particular (SEMARNAT, 2002). En este sentido, los indicadores de impacto son los elementos



del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por las acciones del proyecto. Estos indicadores están agrupados en los componentes ambientales que se muestran en la lista indicativa del Cuadro V.1-2.

### V.1.2 Lista indicativa de indicadores de Impacto

<b>Cuadro V.1-2 Lista indicativa de indicadores de impacto</b>	
<b>Componente ambiental</b>	<b>Indicador de impacto</b>
<b>Aire</b>	Incrementar la concentración de emisiones de: monóxido de carbono (CO), hidrocarburos no quemados (HC), óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> ) o Partículas suspendidas totales (PST)
<b>Ruido</b>	Incrementar el número de decibeles
<b>Suelo</b>	Propiciar procesos de erosión y compactación y contaminación
<b>Agua</b>	Ocasionar cambios en la escorrentía superficial
<b>Vegetación terrestre</b>	Causar pérdida de cobertura vegetal
<b>Fauna terrestre</b>	Alterar la abundancia o la riqueza específica de anfibios, reptiles, aves o mamíferos.
<b>Paisaje</b>	Alterar características únicas o relevantes del entorno.
<b>Factores socioeconómicos</b>	Ocasionar pérdida de terrenos agrícolas

Posteriormente, se construyó una matriz de impactos potenciales en donde se relacionan las acciones del proyecto y los indicadores de impacto (Cuadro V.1-3). Cada impacto potencial se describe de manera general indicando de qué manera las acciones del proyecto pueden afectar al indicador de impacto (Cuadro V.1-4).





**Cuadro V.1-3 Matriz de interacciones acciones del proyecto- indicadores de impacto (impactos potenciales)**

COMPONENTES AMBIENTALES		INDICADORES DE IMPACTO		ACCIONES													
				PREPARACIÓN DEL SITIO				CONSTRUCCIÓN			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO				ABANDONO		
				Desmonte y despalme	Uso de vehículos y maquinaria	Presencia de personal	Generación de residuos	Uso de vehículos y maquinaria	Presencia de personal	Generación de residuos	Presencia y operación de aerogeneradores	Presencia de caminos	Uso de vehículos	Presencia de personal	Generación de residuos	Uso de maquinaria y vehículos	Presencia de personal
<b>Calidad del Aire</b>	Concentración de CO, HC, NO <sub>x</sub> , PST		N			N						N					
<b>Ruido</b>	Incremento en decibeles		N			N			N			N					
<b>Suelo</b>	Erosión y compactación		A			A								A			
	Contaminación				N/A			N/A				N/A			N/A		
<b>Agua</b>	Modificación de escorrentía											A					
<b>Vegetación</b>	Pérdida de cobertura	R															
<b>Fauna</b>	Anfibios	R	R	R		R	R					R	R	R	R		
	Reptiles	R	R	R		R	R					R	R	R	R		
	Aves	R		R			R		R			R		R			
	Mamíferos	R	R	R		R	R		R			R	R	R	R		
<b>Paisaje</b>	Calidad del paisaje								R								
<b>Socioeconómicos</b>	Terrenos agrícolas	R															

N = Impactos normados, A = Impactos atendidos, R = Impactos relevantes



<b>Cuadro V.1-4 Descripción general de impactos</b>	
<b>ETAPA</b>	
	<b>CALIDAD DEL AIRE</b>
Preparación del sitio, construcción, operación y abandono	El uso de vehículos y maquinaria incrementará las concentraciones de CO, HC, NO <sub>x</sub> , y PST. El incremento de polvos por el transporte de materiales, movimiento de tierra durante la nivelación del terreno y despalme, así como la circulación de los vehículos en los caminos de terracería.
	<b>RUIDO</b>
Preparación del sitio, construcción, operación y abandono	El uso de vehículos, maquinaria y la operación de los aerogeneradores incrementará los decibeles de ruido.
	<b>SUELO</b>
Preparación del sitio, construcción, operación y abandono	Los trabajos de preparación del sitio, particularmente las actividades de nivelación del terreno y despalme ocasionarán pérdida de suelo. El movimiento de maquinaria pesada puede ocasionar la compactación y pérdida de la calidad del suelo. Los derrames accidentales de aceites durante las labores de construcción y mantenimiento de los aerogeneradores y vehículos pueden contaminar el suelo.
	<b>AGUA</b>
Operación y mantenimiento	La apertura de caminos puede modificar la dirección de los escurrimientos
	<b>VEGETACIÓN</b>
Preparación del sitio	El desmante y despalme para la construcción de la Central y los caminos conlleva a la pérdida de cobertura vegetal
	<b>FAUNA</b>
Preparación del sitio, construcción, operación y abandono	El desmante, despalme, el uso de maquinaria y vehículos y la presencia de personal puede significar una mayor presión o aumento en la mortandad de anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Esto sobre todo durante la preparación del sitio y la construcción, etapas en las que el número de trabajadores y maquinaria será mayor. Durante la operación y el abandono la magnitud de estos impactos será casi nula. Durante la operación de la Central existe riesgo de colisión de aves y murciélagos con los aerogeneradores.
	<b>PAISAJE</b>
Operación y mantenimiento	La presencia de los aerogeneradores afectará la calidad del paisaje .
	<b>SOCIOECONÓMICOS</b>
Preparación del sitio	El desmante y despalme en los terrenos agrícolas provocará una pérdida en los rendimientos de los cultivos así como en la economía de los propietarios.

### V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación

Los impactos potenciales se diferenciaron en relevantes y no relevantes de acuerdo con lo que se describe a continuación.



Para algunos de los impactos identificados (por ejemplo, emisiones de contaminantes, ruido y desechos de residuos), la legislación ambiental (NOM's, reglamentos, etc.) establece el grado de afectación permisible y las medidas que se deben tomar para cumplir con los límites señalados. Cuando se considera que la regulación es suficiente para evitar una afectación sobre el componente ambiental, la celda con la interacción del Cuadro V.1-3 se etiqueta como "N" que indica que se trata de una acción normada (reglamentada). Por otro lado, la construcción y operación de la Central puede producir otros impactos ya atendidos en el diseño del proyecto, lo cual puede consultarse en el Capítulo II de la MIA. Ahí se menciona de qué manera estos impactos pueden ser prevenidos, reducidos o mitigados. Estos impactos se etiquetan como impactos atendidos ("A" en Cuadro V.1-3). Ambos tipos de impacto (normados y atendidos) son considerados como "no relevantes". No obstante, estos impactos se retoman en las medidas de mitigación del Capítulo VI de la MIA, considerando la normatividad vigente y recapitulando las medidas de atención propuestas en el Capítulo II. El resto de los impactos se consideran como relevantes ("R" en el Cuadro V.1-3). El análisis de estos impactos es más detallado debido a que en comparación con los impactos normados y los atendidos, tendrán relativamente mayores consecuencias sobre el entorno.

#### **V.1.4 Análisis de impactos relevantes**

##### **Paisaje**

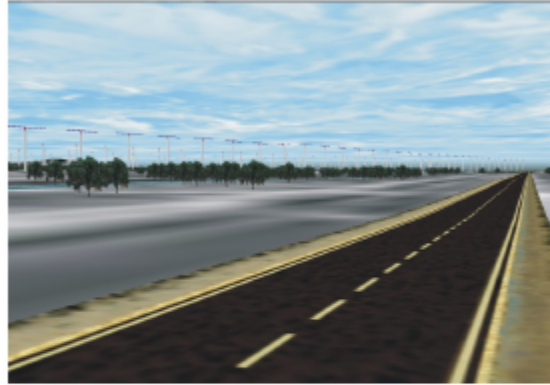
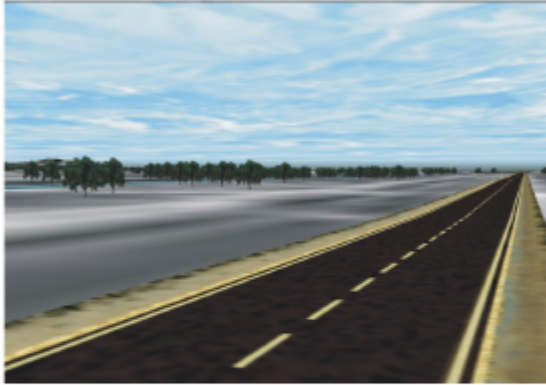
Una vez terminada la construcción del P.E. La Venta II, el escenario ambiental actual estará modificado por la presencia de los aerogeneradores cambiando las condiciones del paisaje. Según el análisis el apartado IV.2.3, el paisaje en la zona de estudio carece de elementos poco comunes que pudieran ser afectados por la construcción del P.E. La Venta II. No obstante, el número de aerogeneradores y la altura de los mismos, así como la topografía poco accidentada, causará un impacto visual alto sobre los elementos naturales que aún se conservan en el sitio (bosque tropical caducifolio y acahual de bosque tropical caducifolio), así como en el área



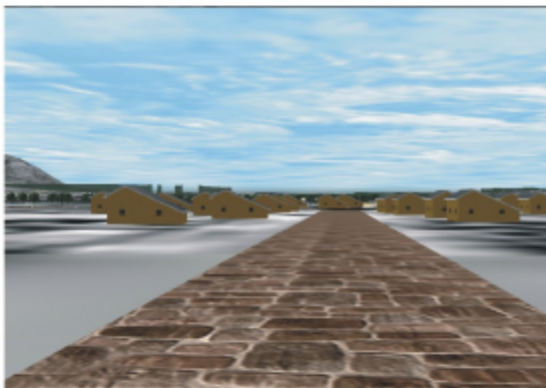
agropecuaria. El impacto visual será percibido principalmente en las poblaciones cercanas al predio (La Venta, e Ingenio Santo Domingo) y por los usuarios de la carretera Federal Juchitán-Tuxtla Gutiérrez (Figura V.1). El impacto visual es una construcción subjetiva y particularmente en el caso de centrales eólicas, las opiniones a favor y en contra de la presencia de aerogeneradores en otros sitios, se encuentra dividida (Lagares, 2003). Muchas personas ven a los campos eólicos como un símbolo de una fuente limpia de energía y otras como una adición no deseada al paisaje (Moragues y Rapallini, 2003). Al parecer, el diseño actual de turbinas instaladas en torres de acero tubular como las que serán instaladas en el proyecto eólico La Venta II, son estéticamente más agradables que las torres enrejadas clásicas de las líneas de transmisión (Moragues y Rapallini, *op cit*).



a)



b)



c)



**Figura V.1. Simulación del impacto visual que causará el número y la altura de los aerogeneradores, desde tres campos visuales: a) carretera Federal Juchitán-Tuxtla Gutiérrez, dirección O-E, b) poblado de la Venta S-N, y c) carretera Federal Juchitán-Tuxtla Gutiérrez, dirección E-O.**



Con excepción del paisaje y la afectación a terrenos agrícolas, los impactos relevantes se agrupan en los componentes bióticos del sistema (vegetación y fauna). La importancia de ambos componentes fue valorada para cada unidad ambiental, en el diagnóstico ambiental que se presentó en el apartado IV.3. Esta valoración consistió en calcular un valor de criticalidad o importancia de las unidades ambientales considerando su función como proveedora de hábitat para la fauna, y la presencia de especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001. Con el fin de valorar la relevancia del impacto sobre estas unidades, es pertinente estimar la magnitud de la afectación y ponderarla con la importancia o criticalidad de cada unidad ambiental, como se describe a continuación

Como ya se ha mencionado a lo largo de este documento, el proyecto se inserta en una zona compuesta por acahuales de bosque tropical caducifolio y en áreas predominantemente agropecuarias. En el primer caso, el desmonte afectaría un total de 9,78 ha y reduciría 14,07 ha del área destinada para cultivos y cría de ganado, lo que representa respectivamente el 0,43% y 0,25% del total que se cuantificó para esos tipos de vegetación en el área de estudio. Por otro lado, no se esperan afectaciones a las zonas donde el bosque tropical caducifolio se encuentra aún conservado, ni a zonas urbanas (Cuadro V.1-5).

**Cuadro V.1-5. Extensión de afectación en cada unidad ambiental y porcentaje con respecto a la vegetación presente en el área de estudio.**

	BTC	ABTC	AA/BG	Zonas urbanas	Total
Área de estudio (ha)	2 103,92 (21%)	2 245,34 (22,5%)	5 558,83 (55,6%)	91,91 (0,9%)	10 000,00
Afectación (ha)	0	9,78	14,07	0	23,86
% de afectación	0	0,43	0,25	0	0,68

BTC = Bosque tropical caducifolio, ABTC = Acahual de bosque tropical caducifolio, AA/BG Área agropecuaria con bosque de galería.



Los porcentajes anteriores son una medida de la magnitud del impacto (A). Al considerar estos valores de magnitud y retomar los valores de criticalidad se calcula la relevancia del impacto de acuerdo con la siguiente fórmula.

$$R_i = A_i * VC_i$$

donde:

$R_i$  = Relevancia de impacto en la unidad ambiental  $i$ ,

$A_i$  = magnitud de afectación y

$VC_i$  = Valor de criticalidad de la unidad ambiental  $i$

Los resultados de este análisis indican que la relevancia del impacto sobre las unidades ambientales será mayor para el acahual del bosque tropical caducifolio que para el área agropecuaria con bosque de galería (Cuadro V.1-6). Esto se debe a que el acahual de bosque caducifolio no sólo fue la unidad ambiental más crítica sino la que en proporción se verá más afectada.

<b>Cuadro V.1-6 Evaluación de la relevancia (R) de los impactos en cada unidad ambiental</b>			
<b>Unidad ambiental</b>	<b>A</b>	<b>VC*</b>	<b>R</b>
<b>BTC</b>	0	1	0
<b>ABTC</b>	0,43	0,89	0,38
<b>AA/BG</b>	0,25	0,48	0,12

A = Magnitud de afectación, VC = Valor de criticalidad, BTC = Bosque tropical caducifolio, ABTC = Acahual de bosque tropical caducifolio, AA/BG Área agropecuaria con bosque de galería. \*Datos tomados del Cuadro IV.3.



En cuanto a la repercusión del proyecto sobre la fauna es pertinente hacer algunas anotaciones que permitan identificar las medidas de mitigación que deben formularse para un proyecto de esta naturaleza.

En el caso de los anfibios y reptiles, al remover la vegetación del acahual de bosque tropical caducifolio, los individuos pueden quedar expuestos y podrían ser depredados. Otra causa de muerte, puede ocurrir por atropellamiento, ya que al disminuir la cobertura vegetal sus refugios disminuyen. En el caso de los anfibios, las especies que se verían afectadas por la construcción del proyecto serían aquellas que suelen habitar charcas y zonas muy húmedas, ya que en la fase de preparación del sitio es cuando estos relictos de hábitat pueden ser destruidos, al remover la vegetación del acahual de bosque tropical caducifolio.

Las principales afectaciones que puede producir el proyecto sobre los mamíferos no voladores serían: la transformación y eliminación del hábitat, la muerte de individuos por atropellamiento, y un aumento ligero en los incidentes de cacería, todo esto específicamente en el área de acahual. La presión derivada de la transformación y eliminación del hábitat podría ser más fuerte para los mamíferos residentes en el acahual, que para los que viven en los cultivos. Esto último se debe a que la mayoría de las especies de roedores que habitan en los terrenos agrícolas, son especies ubicuas que se mueven de un lugar a otro dependiendo de la disponibilidad de alimento y la cobertura, que les permite evadir a sus potenciales depredadores; las poblaciones de la mayoría de estas especies muestran explosiones demográficas durante las épocas de cosecha, seguidas por decaimiento de las abundancias en los periodos de intercosecha. Los carnívoros y el resto de los mamíferos no voladores, se comportan como especies transitorias en las áreas agrícolas, hacia donde incursionan para buscar alimento.

La reducción de áreas de refugio podría ser la principal afectación de la transformación y eliminación del hábitat para los mamíferos no voladores que residen en el acahual. Para los mamíferos medianos, esta reducción de cobertura arbórea y arbustiva significaría una mayor propensión a las interacciones con los cazadores. En todo caso, las especies más presionadas por





esta interacción serían: el venado cola blanca, el pecarí, el armadillo, el conejo castellano y el grupo de los carnívoros. Esta presión puede ser diferencial, ya que en los terrenos del ejido La Venta los ejidatarios están controlando y restringiendo la cacería, lo cual no ocurre en el ejido Santo Domingo Ingenio, por lo que la mayor presión ocurriría en el acahual ubicado en los terrenos de este último ejido. La muerte por atropellamiento sería más probable que ocurra en aquellas áreas con densa cobertura de acahual, que sean atravesadas por las trayectorias de los caminos de acceso.

### **Colisión de murciélagos y aves con los aerogeneradores**

Gran parte de la información que se menciona a continuación sobre la interacción entre murciélagos, aves y proyectos eólicos, se basa en los resultados de una investigación realizada por Erickson y colaboradores (2002), en 30 sitios de estudio de 15 Áreas de Recurso Eólico o WRA (por sus siglas en inglés) identificadas en los Estados Unidos.

La preocupación por las afectaciones que ocasionan los proyectos eólicos sobre la fauna silvestre, empezó a raíz de la alta mortandad de aves rapaces observada en Altamont Pass, California, situación problemática que se cree ha sido resultado de una combinación de varios factores entre los que destacan, el tipo y la configuración de las turbinas, así como el uso del área por parte de las aves rapaces. La densidad de las turbinas en Altamont Pass es muy alta, alrededor de 5 400 turbinas en 60 km<sup>2</sup>; más de la mitad de las turbinas que están en operación en ese lugar son turbinas Kenetech 56-100, las cuales según Hunt (2002), pueden causar mayor mortandad de águila dorada que otros tipos de turbina. El diámetro del rotor de la turbina Kenetech 56-100 es de 18 m y la velocidad del giro de sus hélices es de 60 revoluciones por minuto.

El estudio de Erickson y colaboradores (2002), indica que con los cambios efectuados en la nueva generación de plantas eólicas en EU, la mortandad de rapaces es relativamente baja o nula; esas plantas eólicas se componen de pocas turbinas pero más grandes (diámetro de rotor mayor



de 40 m), y más lentas (con giros menores a las 30 rpm). Se estima que las tasas de mortandad de rapaces para la nueva generación de proyectos eólicos, es aproximadamente de 3 a 7 veces más baja que las de Altamont Pass. Actualmente, en la nueva generación de plantas eólicas, el 80% de las fatalidades reportadas corresponden a Passeriformes, tanto residentes como migratorias, y cerca de la mitad de esas fatalidades con Passeriformes involucra migrantes nocturnos. A diferencia del caso de las aves, la información disponible sobre colisiones de murciélagos con plantas eólicas es menos abundante, y no existen comparaciones entre efectos ocasionados por nuevos y anteriores tipos de plantas eólicas, como para tener los intervalos de afectación que se acaban de mencionar para las aves.

### **Murciélagos**

De la información recabada por Erickson y colaboradores (2002), y Jonson y Jeffrey (2003), para establecer la línea base de conocimiento sobre la interacción entre murciélagos y proyectos eólicos en EU, se concluye que:

- La mortandad de murciélagos ocurre principalmente a finales del verano y a principios del otoño, durante el periodo de migración de la mayoría de los murciélagos; de hecho, cerca del 90% de las fatalidades ocurren de mediados de julio a mediados de septiembre, y más del 50% de las fatalidades ocurren en agosto. Muy pocas colisiones se dan durante la migración de primavera, incluso para aquellas especies que colisionan durante la migración de verano.
- La mayoría de las fatalidades correspondieron a tres especies de murciélagos migratorios *Lasiurus cinereus*, *Lasiurus borealis* y *Lasionycteris noctivagans*, acumulando el 61,7%, 17,2% y 7,1%, respectivamente, de las fatalidades registradas por el estudio de Erickson y colaboradores (2002); las fatalidades restantes involucran un pequeño número de *Eptesicus fuscus*, *Myotis lucifugus*, y *Pipistrellus subflavus*. Aunque en EU existen por lo menos 45 especies de murciélagos (BCI, 2003), sólo seis de esas especies mueren por colisiones con plantas eólicas.



- Poblaciones reproductivas de murciélagos han sido documentadas en la proximidad de varias plantas eólicas sin sufrir mortandad, y aunque algunas veces los murciélagos residentes vuelan a alturas en las que son susceptibles de colisiones con las turbinas, estos accidentes no ocurren.
- La luz de las turbinas atrae insectos haciendo que la actividad de los murciélagos en esos lugares se incremente y con ello las probabilidades de colisión, no obstante ninguna relación ha sido documentada entre iluminación de las turbinas y mortandad de murciélagos.
- No se sabe aún porque los murciélagos no pueden evadir las turbinas. Estudios con murciélagos cautivos han mostrado que pueden evadir colisiones con objetos móviles más satisfactoriamente que con objetos estacionarios. Para el caso del murciélago nevado (*L. cinereus*), que es la especie que presenta el mayor número de fatalidades, se sugiere que debido al tipo de sus alas puede volar rápidamente pero no es muy maniobrable, comparado con otras especies de murciélagos.
- Las turbinas no emiten ningún sonido ultrasónico que pueda atraer o confundir a los murciélagos. Las seis especies mencionadas anteriormente que están involucradas con las fatalidades que ocurren en las plantas eólicas, pertenecen a la familia Vespertilionidae, la cual comprende especies de murciélagos que se distinguen por poseer el sistema de ecolocalización relativamente mejor desarrollado de todos los murciélagos.
- Hay evidencia que sugiere que los murciélagos migratorios pueden navegar sin usar su sistema de ecolocalización y se reconoce que muchas especies de murciélagos hacen uso de las características lineales en el paisaje, como ríos y cauces, mientras cambian de lugar y migran. Hay poca información sobre la altura de vuelo de las especies de murciélagos migratorias; se sabe que algunos grupos pueden volar por arriba de los 100m de altura, y que otras especies vuelan durante el día en la cota de los 46 a los 140 m.

Ninguna de las seis especies de murciélagos para las cuales está documentada la existencia de fatalidades con plantas eólicas se encuentra en el área de estudio. El área de estudio queda fuera



de los rangos de distribución geográfica del murciélago rojo del este (*Lasiurus borealis*), el murciélago de pelo plateado (*Lasionycteris noctivagans*), y el pequeño myotis café (*Myotis lucifugus*). Las especies cuyo rango de distribución queda relativamente cerca del área de estudio son: el pipistrello del este (*Pipistrellus subflavus*), el gran murciélago café (*Eptesicus fuscus*) y el murciélago nevado (*Lasiurus cinereus*) (Fujita y Kunz, 1984; Kurta y Baker, 1990; Shump y Shump, 1982), la distribución de estas tres especies está en la parte montañosa del norte del estado de Oaxaca.

De las especies que están consideradas como potenciales para el área de estudio, *Lasiurus ega* puede presentar migraciones estacionales o desplazamientos importantes en su rango de distribución (Kurta y Lehr, 1995; Reid, 1997); *Tadarida brasiliensis*, es una especie que migra hacia el sur de México, para la cual se han documentado colisiones con torres de televisión e incluso accidentes con cactus u otras plantas localizadas cerca de la entrada de sus refugios (Wilkins, 1989). En el área de estudio, al menos durante los muestreos de campo, no se detectaron evidencias de concentraciones importantes de individuos de esta especie. Es posible que las siguientes especies realicen viajes locales para buscar refugios adecuados: *Lasiurus intermedius*, *Myotis keasi*, *Rhogeessa parvula*, *Molossus molossus*, *Nyctinomops laticaudatus*. Las especies referidas tienen hábitos de uso del hábitat, que podría hacerlas susceptibles a usar o pasar por el espacio ocupado por el proyecto.

Con base en los resultados de las investigaciones realizadas en EU sobre las colisiones de murciélagos con plantas eólicas, y los datos obtenidos en este estudio, es de esperar que los impactos del P.E. La Venta II sobre los murciélagos residentes sea bajo, y que éste podría ser mayor para especies que realicen movimientos altitudinales o migratorios, como es el caso del murciélago mexicano de cola libre (*Tadarida brasiliensis*). Los murciélagos que pueden ser susceptibles a tener colisiones con las estructuras del P.E. La Venta II, son especies de las familias Vespertilionidae y Molossidae, y ninguna de ellas está catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2001. Las especies incluidas en las dos familias mencionadas son preponderantemente insectívoras, y acostumbran buscar su alimento entre las hojas de los



árboles o en libre vuelo por encima del dosel de los árboles. Por otro lado, se sabe que el número de murciélagos en las plantas eólicas, decrece conforme se incrementa la distancia a las áreas de bosque (Erickson *et al.*, 2002), por ello para el P.E. La Venta II, el riesgo de colisión de los murciélagos sería mayor en los aerogeneradores ubicados en las áreas de acahual, y aquellas más próximas a las áreas de bosque, seguidos por los aerogeneradores implantados en las inmediaciones de los canales de riego.

Los murciélagos suelen aprender a evadir los obstáculos que encuentran en sus rutas de vuelo, pues llegan a evitar las redes donde alguna vez fueron capturados, así que podría esperarse que al avanzar el tiempo de presencia de las nuevas estructuras, el número de colisiones también fuera disminuyendo. Sin embargo, existe la posibilidad de que la disminución de colisiones en el tiempo pudiera deberse a que hay menos murciélagos presentes para colisionar con las turbinas. Por ello se considera prudente monitorear a los murciélagos antes y durante la operación del P.E. La Venta II.

### Aves

La colisión de aves con aerogeneradores, se empezó a estudiar en la década de los años 1980, cuando en California se construyó un gran número de centrales eólicas y los investigadores se enfocaron en el problema. En 1985 un estudio en San Gorgonio documentó 25 choques de aves incluyendo una rapaz. Una extrapolación de estos datos para esa localidad arrojaron un total estimado de 6 800 aves muertas por año, la mayoría passerinas migratorias (McCrary 1986). La Comisión de Energía de California (Estep, 1989) realizó uno de los primeros trabajos donde se reporta un número significativo de rapaces muertas por colisión. Este reporte recolectó datos de seis años (1984 a 1989) en agencias gubernamentales, industrias y centros de rehabilitación de aves. Se documentaron 72 muertes de rapaces por colisión con turbinas en las centrales eólicas de Altamont Pass y Techachapi. Los choques fueron principalmente de gavián cola roja (*Buteo jamaicensis*) y de águila dorada (*Aquila chrysaetos*).



Al final de la década de 1980, los investigadores realizaron estudios más sistemáticos en las centrales eólicas de Altamont Pass y Solano County. Howell y Dionato (1991) completaron un año de estudio en Altamont Pass, muestreando 359 aerogeneradores y reportaron 42 muertes por colisión. Ellos no realizaron una estimación anual de choques para todo el sitio, sin embargo indicaron que las tasas estimadas de diez muertes por año del águila dorada en el sitio de estudio (basados en el estudio de cuatro años), pudieron tener un impacto significativo en las poblaciones locales. En un estudio de dos años en la central eólica de Solano County se encontraron 22 muertes después de censar 237 aerogeneradores (Howell y Nono 1992), 13 de esas aves fueron rapaces. Orloff y Flannery (1992) realizaron un estudio en Altamont Pass, censando 1 169 aerogeneradores, determinando que 100 de las 188 aves muertas recuperadas fueron muertas por choque con aerogeneradores. Ellos extrapolaron estos resultados tomando datos de las centrales eólicas estudiadas, y resultó en un intervalo de 403 muertes en el primer año, a 163 en el segundo año con una estimación de 39 muertes de águila dorada cada año. Estudios adicionales en Altamont Pass (Orloff y Flannery, 1986; y Howell, 1997) reportan 20 y 72 muertes, de las cuales 15 y 44 fueron rapaces, respectivamente.

Un estudio sobre la situación poblacional del águila dorada en la central eólica de Altamont Pass de 1994 al 2000, reporta que 52 de 257 águilas que se capturaron y se equiparon con radiotransmisores, fueron muertas por las aspas de los aerogeneradores (Hunt, 2000). Un muestreo realizado por Thelander y Ruge (2001), en 1110 aerogeneradores usando esfuerzos de búsqueda más sistemáticos y más intensos, reportaron 369 muertes confirmadas por colisiones con aerogeneradores, de las cuales 203 (55 %) fueron rapaces, indicando que las muertes de aves pueden ocurrir más frecuentemente que las reportadas anteriormente.

En otras centrales eólicas de los Estados Unidos, el porcentaje de muertes por colisión de aves es relativamente bajo en comparación con California, especialmente en Altamont Pass. Erickson (2001) encontró en 11 estudios realizados para ocho estados de los Estados Unidos, un total de 204 muertes por colisión de aves y solo seis fueron rapaces. La mayor diferencia con Altamont Pass, es que en muchas de las áreas de estos estados la densidad de poblaciones de rapaces es



baja. Los números altos de colisión de rapaces en Altamont Pass han servido para alertar a la comunidad científica de los problemas de las centrales eólicas.

En Europa, interacciones de aves con aerogeneradores han sido estudiadas en cerca de 100 sitios. La mayoría de estos sitios se enfocan a aerogeneradores en pequeños grupos o solitarios. Por esto es muy difícil comparar los resultados con los de Estados Unidos y Canadá. Winkelman (1985), mostró probabilidades de choque que varían entre 0,01 y 0,09 aves por aerogenerador por día o de 3,7 a 32,9 por turbina al año, dependiendo de la temporada y del sitio. Benner *et al.* (1993), reportaron que las muertes anuales por choque de aves por cada aerogenerador fue de 309 en Alemania, y 895 en Suecia. Aunque estos números son más altos que los que ocurren en California y en el resto de los Estados Unidos y Canadá, en Europa la mayor parte de la comunidad científica no ha considerado que estos impactos resulten ser una amenaza para las poblaciones de aves dando las siguientes razones.

- El número de muertes es relativamente pequeño para el total de aves que usan o cruzan las centrales eólicas.
- El número de muertes es pequeño en comparación con otras causas de muertes no naturales.
- Las especies que presentan mayor probabilidad de choque son aves comunes y aves acuáticas y casi no incluyen rapaces
- Las centrales eólicas en Europa frecuentemente contienen pocos aerogeneradores (Crockford 1992; Benner *et al.*, 1993; Winkelman 1995).

Los sitios que son la excepción en Europa son Tarifa y Navarra en España, donde hay un alto índice de muertes por colisión por especies planeadoras especialmente rapaces y cigüeñas, las cuales están protegidas por el gobierno español (Winkelman 1995). Para México el único antecedente hasta donde se conoce es el de la Central La Venta I, en donde al parecer no se han registrado colisiones con 7 aerogeneradores que se sitúan en la porción sur del predio donde se pretende establecer la Central La Venta II (personal de CFE, *com pers.*).



## Causas de colisión con los aerogeneradores

A partir de estudios realizados en Estados Unidos con especies de rapaces residentes, se deduce que el riesgo de colisión con aerogeneradores puede depender del comportamiento de vuelo y de caza, así como de la edad y de la época de reproducción, entre otros factores (Thelander y Rugge 2000). En cuanto al comportamiento de vuelo, existe la posibilidad de que las aves pasen sobre o a través de estas estructuras evitando la colisión, como lo muestran los resultados de algunos estudios (Winkelman, 1992; Rogers *et al*, 1997; McCrary *et al*, 1984; Orloff and Flannery, 1992; Kenetech 1995). En otros casos, el vuelo bajo que se requiere por parte de las rapaces para cazar, incrementa el riesgo de colisión mientras buscan a su presa como es el caso del águila dorada (Hunt, 2002). No obstante, Orloff y Flannery (1992) reportan pocas colisiones de aguililla rastrera (*Circus Cyaneus*) mientras cazan. En el caso de las carroñeras Orloff y Flannery (1992) reportan choques ocasionales de zopilotes cabeza roja (*Cathartes aura*) probablemente durante la búsqueda de carroña.

En el predio del P.E. La Venta II, se detectaron especies residentes y migratorias tanto transitorias como invernales (Cuadro V.1-7). El Cuadro refleja la alta riqueza específica de la región y de la época en la que se realizó la vista al sitio. En el caso de las residentes y de las migratorias invernales, el riesgo de colisión con los aerogeneradores, se debe principalmente al comportamiento de vuelo y de caza y al uso del hábitat que hacen en el sitio donde se construirá el P.E. La Venta II.





<b>Cuadro V.1-7. Especies registradas con mayor riesgo de colisión en el predio donde se construirá el P.E. La Venta II. El riesgo de choque fue catalogado con base en el comportamiento de vuelo y caza de cada especie.</b>			
	<b>Riesgo de Colisión</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>
<b>Residentes</b>	<b>Bajo</b>	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro
		<i>Ictinia plumbea</i>	Milano plumizo
		<i>Buteo magnirostris</i>	Gavilán caminero
		<i>Caracara cheriway</i>	Cara cara
		<i>Buteo brachyurus</i>	Aguililla cola corta
	<b>Medio</b>	<i>Asturina nitida</i>	Gavilán gris
		<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor
		<i>Buteogallus urubitinga</i>	Aguililla negra mayor
		<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura
<b>Alto</b>	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Milano caracolero	
<b>Migratorias Invernales</b>	<b>Medio</b>	<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora
		<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Gavilán pico ganchudo
	<b>Alto</b>	<i>Circus cyaneus</i>	Aguililla rastrera
		<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pechirrufo menor
		<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán pechirrufo mayor
		<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja
		<i>Falco sparverius</i>	Halcón cernícalo
		<i>Falco columbarius</i>	Halcón esmerejon
	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	
	<b>Migratorias transitorias</b>	<b>Bajo</b>	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>
<b>Medio</b>		<i>Ictinia mississippiensis</i>	Milano migratorio
		<i>Elanoides forficatus</i>	Milano tijereta
<b>Alto</b>		<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla migratoria mayor
		<i>Buteo platypterus</i>	Aguililla alas anchas
		<i>Elanus leucurus</i>	Milano coliblanco
	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote cabeza roja	
<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana		



Para estas especies, la edad también resulta ser un factor de riesgo si consideramos lo encontrado en Altamont Pass, donde los individuos jóvenes de águila real y gavilán de cola roja son los que más frecuentemente chocan con los aerogeneradores. Este fenómeno es atribuido a la inexperiencia de los juveniles para evitar obstáculos (Howell y Didonato, 1991). En el caso de la Venta, también podría esperarse que las aves habituadas al sitio aprendan a evadir los obstáculos que encuentran en sus rutas de vuelo. Lo anterior se deduce del comportamiento que se ha observado en algunas de estas aves, las cuales llegan a evitar las redes de niebla donde alguna vez fueron capturadas. En consecuencia, podría esperarse que el número de colisiones de aves residentes y migratorias invernales disminuyera con el tiempo, al notar éstas la presencia de las nuevas estructuras lo que puede facilitarse mediante patrones de coloración. De acuerdo con datos de investigaciones en Estados Unidos, Canadá y Europa sobre las colisiones de aves con plantas eólicas, y los datos obtenidos durante este estudio, se identifica un impacto potencial del P.E. La Venta II sobre el contingente de migratorias transitorias, por tratarse de especies con gran tamaño, y dado el número elevado de individuos que se registró en campo, como se discute a continuación.

La colisión con centrales eólicas no es considerada como una causa de alta mortalidad. No obstante, toma mucha relevancia cuando estos proyectos se establecen en rutas migratorias, lugares de grandes concentraciones de aves (humedales) y sitios de reproducción de especies amenazadas. De hecho, el servicio de caza y pesca de los Estados Unidos (US Fish and Wildlife Service, 2003), establece dentro de sus disposiciones no construir centrales eólicas en rutas migratorias (Cuadro V.1-8)



**Cuadro V.1-8 Requerimientos para establecer Centrales eólicas en Estados Unidos (US Fish and Wildlife Service, 2003)**

- No poner centrales eólicas en sitios donde hay poblaciones de vida silvestre o plantas bajo protección federal
- No poner centrales eólicas en sitios donde hay rutas migratorias ni grandes concentraciones de aves
- Configurar la acomodación de los aerogeneradores para evitar áreas con paisaje que es conocido que atrae rapaces como por ejemplo cerca de riscos, áreas montañosas
- Evitar poner centrales eólicas cerca de sitios conocidos de hibernación de murciélagos, corredores y entre colonias y sitios de alimentación.
- Configurar la orientación de los aerogeneradores para evitar mortalidad de aves en lugares donde se conoce el movimiento de las aves
- Desarrollar un plan de restauración del hábitat para minimizar impactos negativos en fauna vulnerable
- Reducir la disponibilidad de carroña removiendo los cuerpos de las aves muertas para evitar atraer rapaces.

No apearse a estas disposiciones, implica asumir el riesgo de colisión con los aerogeneradores y por consiguiente el costo ambiental y social asociado a la pérdida de aves. Algunos de los proyectos construidos en rutas migratorias, han establecido programas de seguimiento con el fin de conocer si es posible evitar las colisiones en función del comportamiento de las aves ante la presencia de aerogeneradores. Al respecto, gran parte de las medidas de mitigación que se han propuesto para evitar las colisiones, suponen el control de las aves en su comportamiento de vuelo como se ha discutido en párrafos anteriores. Algunas de estas medidas son: orientar la configuración de los aerogeneradores y pintar las aspas y los aerogeneradores, de tal manera que las aves puedan evadir las estructuras. Aunque estas medidas han reducido en algunos casos la colisión de aves con los aerogeneradores (ver Capítulo VI), la evasión no se ha sido del cien por ciento. Lo anterior, obliga a suponer que existen otros factores independientes a la capacidad de las aves para evadir las estructuras.

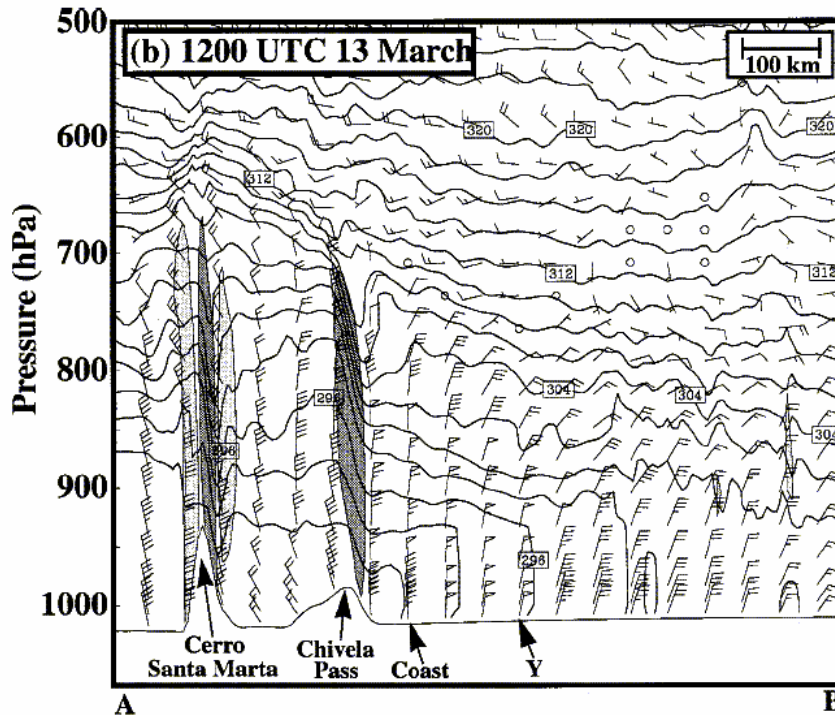
Por otra parte, en el caso de la Venta es posible suponer que dada la intensidad del viento, las aves tengan poco control sobre sus trayectorias de vuelo cuando usan los flujos de viento para migrar. Hasta donde se pudo investigar en este estudio, no existen trabajos que hayan contemplado esta hipótesis y que traten de explicar las colisiones de las aves en función de las



condiciones físicas como la dirección e intensidad del viento, o la topografía de la zona en donde se establecerá la central. Con los resultados de este trabajo tampoco es posible asegurar que las aves se encuentren totalmente a la deriva, y que por lo tanto el choque con los aerogeneradores sea consecuencia exclusiva de la dirección e intensidad de los vientos. No obstante, las observaciones realizadas en campo y la información recabada durante el desarrollo de la manifestación obligan a plantear la hipótesis que se detalla a continuación.

Por un lado, se sabe que el intenso flujo de viento que cruza el Istmo de Tehuantepec y surge en la desembocadura del Paso Chivela hacia el Golfo de Tehuantepec, tiene un fuerte efecto en la meteorología y oceanografía de México, como se explica con detalle en el Anexo V.1. Lo anterior, da lugar a un sistema de vientos conocidos regionalmente como *Tehuano*s. Activados y reforzados por ondas frías provenientes del norte del Golfo de México, estos vientos alcanzan con facilidad los 20 m/s (72 km/h), y se han registrado rachas extremas superiores a los 60 m/s (216 km/h) en la región costera de las Lagunas Superior e Inferior, cerca de las poblaciones de Juchitán y La Venta, en Oaxaca.

Estos patrones de circulación atmosférica han sido relacionados con movimientos verticales del flujo de aire, incluyendo un acentuado flujo descendente de aire, justo en la desembocadura del Paso Chivela, con magnitud superior a los  $0,3 \text{ m s}^{-1}$ , y que inicia desde una altura de 700 hPa (entre 3 000 y 3 500 msnm), y llega prácticamente hasta la superficie, tal como puede apreciarse en la Figura V.2, que muestra un corte transversal de la temperatura potencial (cada  $2 \text{ }^\circ\text{K}$ ) y los vientos horizontales en su trayectoria desde el Golfo de México y hasta el Golfo de Tehuantepec, durante el evento particularmente intenso del 13 de marzo de 1993. Este flujo descendente del aire se relaciona, simultáneamente, con diversos fenómenos de la física de la atmósfera, a nivel de mesoescala, específicamente con las condiciones de flujo catabático, el efecto Venturi, la turbulencia de onda de montaña y los vientos descendentes de pendientes que se describen en Anexo V.1.



**Figura V.2.** Sección transversal de los vientos horizontales en el Paso Chivela, del Golfo de México al de Tehuantepec. 13/03/93. Banderín, lengüeta, media lengüeta y círculo denotan 25 m/s, 5 m/s, 2,5 m/s y menos de 1,25 m/s, respectivamente (orientadas hacia la parte superior de la figura) corresponden a vientos provenientes del norte.

*Las áreas sombreadas en color oscuro presentan movimiento descendente de magnitud superior a los  $3 \times 10^1 \text{ m s}^{-1}$ .*

(Tomado de Steenburgh *et al.* 1997).

La Figura V.2 representa el flujo del viento a través del Golfo de México, el Paso Chivela y su desembocadura en el Golfo de Tehuantepec, en sus componentes horizontal y vertical, durante un evento de vientos intensos o Tehuanos, asociados a la presencia de una onda fría. Sin embargo, es posible considerar que se trata de un modelo representativo de la estructura de los vientos en la región durante parte importante del año, debido a la frecuencia e intensidad de los vientos del norte en los alrededores de La Venta. Por ejemplo, en los años 1994, 1995 y 1999 se presentaron respectivamente 71%, 59% y 64% de registros horarios con vientos provenientes del norte en dicha localidad (direcciones NNW, N y NNE, de una rosa de 16 direcciones). En 1999 se presentaron 40,3% de registros horarios de vientos del norte con intensidad mayor a los 10m/s (36 km/h).



Esta condición estaría relacionada con una alta probabilidad de que se presenten vientos descendentes durante parte importante del año, además de que esa probabilidad sería aún más alta durante la temporada de migración de invierno, que corresponde también a la temporada de presencia de frentes fríos y Nortes, o Tehuanos de la región de La Venta. De hecho existe una fuerte correlación entre los vientos del norte y las mayores magnitudes de velocidad del viento (Anexo V-1).

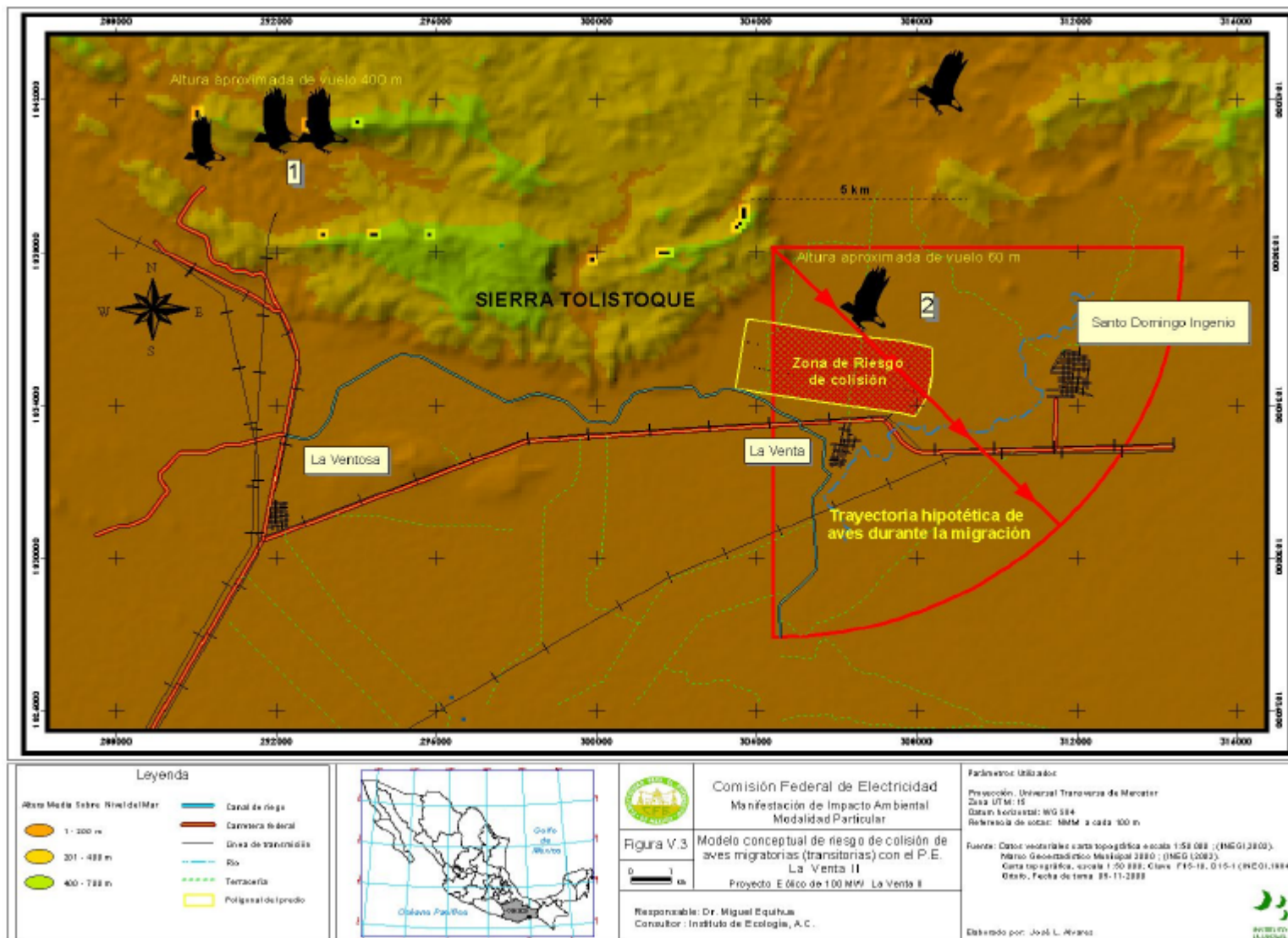
Lo anterior puede ser un factor que afecte no solo la capacidad de sustentación de las aves, sino que también reduzca o limite la altura de vuelo de las mismas. De cualquier forma, aunque durante la temporada de migración de aves no se presentaran vientos descendentes, las aves están parcialmente limitadas en su altura de vuelo, debido a que en estas condiciones no abundan corrientes de aire termales ascendentes, las cuales son particularmente utilizadas por las grandes aves planeadoras. Esto último significa que parte importante de los individuos en migración, volará por debajo de los 300 m de altura sobre el nivel del terreno, y si se considera que los álabes de los aerogeneradores podrían alcanzar los 150 m de altura sobre el nivel del terreno, se obtiene una alta probabilidad de contacto.

Al respecto, durante las dos semanas en las que se visitó el sitio se observaron aproximadamente 908 732 aves, de las cuales en un solo día se estimaron 690 000 rapaces (principalmente *Cathartes aura*, *Buteo swainsoni* y *Buteo platypterus*), volando por encima de la sierra de Tolistoque a una altura aproximada de 400 m (Figura V.3, punto 1). En la depresión por donde la carretera al Porvenir cruza la sierra (Figura V.3, punto 2), éstas rapaces tuvieron un notable descenso en la altura de vuelo, la que se estimó visualmente menor a los 60 m y con dirección NO-SE como se indica en la Figura V.3. Aunque con un menor número de individuos, la trayectoria NO-SE se mantuvo durante todos los días (5) de observación de aves, que se realizó en la época de migración (otoño). En el supuesto de que las aves mantuvieran el mismo comportamiento y dirección de vuelo durante toda la época de migración, y considerando la altura de los aerogeneradores y la disposición actual de los mismos, la porción N-NE del predio sería la que mayor riesgo de colisión presentaría. Lo anterior no invalida la posibilidad de que las



aves tengan una trayectoria de vuelo menos restringida como se planteó en la hipótesis anteriormente. En este sentido, en la Figura V.3 se señala una región de riesgo mayor, tomando en cuenta la dirección de los vientos más frecuentes para la zona durante la época de migración.

Es importante enfatizar que dicha zona se estableció a partir del modelo hipotético que se expuso anteriormente. Por tanto, esta zona hipotética solamente debe tomarse como una primera aproximación del área de riesgo que este proyecto en particular podría representar para las aves. Para tener una representación más confiable de la misma es necesario realizar más observaciones durante la época de migración. En este sentido, uno de los objetivos del programa de seguimiento que se propone en los Capítulos VI y VII deberá ser recabar la información necesaria que permita conocer el área o las áreas con mayor flujo de aves y su intersección con la disposición de los aerogeneradores y su altura.







Por otro lado, es apropiado aclarar lo siguiente. La muerte de aves por colisión con los aerogeneradores de Altamont Pass, se ha citado repetidamente en este trabajo y pudiera dar la impresión de un cierto paralelismo con el P.E. La Venta II, el cual no existe como se indica en el siguiente cuadro comparativo (Cuadro V.1-9).

<b>Cuadro V.1-9. Comparación entre los proyectos eólicos de Altamont Pass y La Venta II.</b>			
<b>No.</b>	<b>Características</b>	<b>Altamont Pass</b>	<b>La Venta II</b>
1	Especies en riesgo	Residentes y migratorias	Se espera un impacto tanto en residentes como en migratorias. Dada la magnitud del flujo migratorio en la zona, se estima que estas últimas pueden ser más propensas a colisión
2	Época de riesgo	Todo el año para residentes; para migratorias la etapa crítica es al inicio de la migración (agosto) ya que se establecen en este sitio con el fin de alimentarse y así acumular la energía necesaria para el viaje.	Para especies residentes todo el año, también hay especies migratorias (visitantes de invierno), que utilizan la zona para alimentarse y refugiarse. El mayor riesgo podría ser para las migratorias que solo pasan sobre el predio durante la migración de otoño.
3	Características topográficas	Los aerogeneradores con mayor problema de muertes de aves, son los localizados en hondonadas de la parte central de las filas de aerogeneradores y en riscos localizados en los extremos de la planta eólica (60% de las muertes registradas están asociadas con estas características topográficas Curry & Kerlinger 1997).	Todos los aerogeneradores se ubicarán sobre terreno plano y a considerable distancia de riscos o montañas. Dada esta situación podría pensarse que el riesgo de colisión sería menor que el de Altamont Pass. No obstante, La Venta presenta condiciones topográficas muy particulares, que pueden poner en riesgo a las especies migratorias como se planteó en la hipótesis que se describió anteriormente.
4	Densidad de aerogeneradores	90/km <sup>2</sup>	< 6/km <sup>2</sup>
5	Altura de aerogeneradores	Los aerogeneradores más numerosos, e identificados como los que más problemas tienen de mortandad de aves en la zona, son los Kenetech 56-100 con una altura de torre de 60 pies (18,3 m) y una altura total de 89 pies (27,1 m).	En La Venta los aerogeneradores tendrán una altura de hasta 150 m, incluida la longitud de álabe. Dado que las especies que se encuentran en mayor riesgo de colisión son las migratorias, cuya altura de vuelo se registró entre los 30 y los 100 m, en este caso se puede esperar que a mayor altura se incremente el riesgo de colisión.
6	Velocidad máxima del rotor	60 rpm.	30 rpm
7	Tipo de torre	Tipo estructural, lo cual atrae a las aves para usar las torres como percha o para anidar.	Todas las torres serán de tipo tubular inhibiendo la percha y anidación de las aves residentes.



Del Cuadro V.1-9 se puede concluir que al comparar el caso de Altamont Pass con el de La Venta II, se observan diferencias importantes no sólo en cuanto al diseño de las centrales y aerogeneradores, sino también en las características físicas de las zonas, así como a los grupos de especies que estarían en riesgo. De la experiencia de Altamont Pass, se puede aprender que las colisiones de aves con aerogeneradores se han traducido en una enorme preocupación de grupos dedicados a la conservación. Recientemente, el Centro para la Diversidad Biológica Inc. de California, interpuso una demanda contra las compañías que operan el parque eólico en Altamont Pass (FPL Group, INC.; FPL Energy, LLC; ESI Bay Area GP, INC.; ESI BAY Area, INC.; NEG Micon A/S; Grep BAY Area Holding, LLC; Green Ridge Power LLC; Altamont Power LLC), lo cual es indicativo de la magnitud de las consecuencias que trae consigo la colisión de aves, y del interés que tienen algunos grupos sociales al respecto (<http://www.biologicaldiversity.org/swcbd/Programs/bdes/altamont/complaint.pdf>).

La poca disponibilidad y confiabilidad de datos y el escaso conocimiento sobre el comportamiento de vuelo de las aves en la zona del Istmo, impiden tener una estimación precisa del riesgo de colisión de aves con los aerogeneradores. Aunque hay factores que inducen a suponer un riesgo alto, dada la importancia de la ruta migratoria a escala mundial, es importante señalar que este riesgo puede puntualizarse temporal y espacialmente, lo cual facilitará el seguimiento de aquellas variables relevantes necesarias para estimar dicha probabilidad y así instrumentar las medidas que se requieran para mitigar este impacto ambiental potencial. En este sentido, será importante iniciar - en los meses de septiembre y octubre de 2004 - la 1ª etapa del programa específico de vigilancia para la avifauna que se refiere en el punto VII.1 de este documento.



---

## **VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

En este capítulo se presenta el diseño y el programa de aplicación de las medidas, acciones y políticas a seguir para prevenir, eliminar, reducir y compensar los impactos adversos ocasionados por el Proyecto Eólico (P.E.) La Venta II.

Como se ha descrito anteriormente (Capítulo V de esta MIA), 55,6% (5 558,83 ha) de la superficie total comprendida en el área de estudio se encuentra transformada por usos agropecuarios, y 0,9% está destinada para uso habitacional; la vegetación natural cubre 43,5% del área de estudio, de ese total 21% (2 103,92 ha) corresponde a Bosque Tropical Caducifolio y 22,5% (2 245,34 ha) al acahual de Bosque Tropical Caducifolio.

El área que será impactada directamente por el proyecto es de 23,86 ha. De esa superficie total, el 74,51% (17,78 ha) será ocupado para construir los caminos de acceso hacia los aerogeneradores y área de maniobras; otro 25,48% (6,08 ha) será destinado para asentar las bases de los aerogeneradores.

De las 23,86 ha que serán afectadas directamente por el proyecto el 58,96% (14,07 ha) son de uso agrícola y el 40,98% (9,78 ha) corresponden a acahual de Bosque Tropical Caducifolio. Los caminos de penetración y áreas de maniobras afectarán 10,49 ha de áreas agrícolas y 7,29 ha de acahual, mientras que las torres afectarán 3,58 ha de terrenos agrícolas y 2,49 ha de acahual.

La mayor parte de la vegetación que será afectada por el proyecto está sujeta a un alto grado de perturbación debido a las actividades agropecuarias que se practican en la región, por ello las afectaciones directas en el medio natural se circunscriben a comunidades de tipo secundario o muy perturbadas.



Como se manifiesta en el Capítulo V, sobre identificación de impactos ambientales, con excepción del efecto que puede tener la Central sobre la ruta migratoria de aves, el proyecto no tiene impactos considerables sobre los elementos del medio físico, biológico y social. Tomando en cuenta las circunstancias particulares que existen en el área de estudio respecto a las aves migratorias, las medidas de mitigación para la interacción entre aves migratorias y el proyecto serán tratadas en un apartado específico.

De acuerdo con el análisis de impactos, durante la etapa de preparación del sitio, el desmonte (en las áreas de acahual) y el despalme, serán las acciones que tendrán el mayor impacto relativo sobre las unidades ambientales, significando una reducción en la disponibilidad de hábitat para la fauna silvestre y disminuyendo la superficie ocupada por la flora nativa. Como las comunidades que serán afectadas por el desmonte son comunidades simples (áreas agrícolas) o de tipo secundario (acahual), la remoción del componente arbóreo será muy baja, quedando focalizada la afectación principal sobre el estrato arbustivo en una extensión de 9,78 ha de acahual; esa superficie equivale al 0,43% del total de terreno cubierto por acahual en el área de estudio, sin embargo, por ser el impacto con mayor peso relativo para la etapa de preparación del sitio, se ha puesto un interés especial para tratar de reducir al máximo las posibles afectaciones ocasionadas por el desmonte.

Otras acciones que ejercerán impactos relevantes son la presencia de caminos y uso de vehículos, ya que ocurrirán en todas las etapas del proyecto, pudiendo ocasionar la muerte de fauna silvestre por atropellamiento. También, en todas las etapas del proyecto la presencia de personal puede incrementar la remoción de vida silvestre por cacería o por la captura y extracción de ejemplares.

Otro impacto relativamente relevante, es la reducción en la disponibilidad de terrenos agrícolas y la afectación sobre la calidad del paisaje por la presencia de los aerogeneradores.



## VI.1. Clasificación de las medidas de mitigación

Para evitar y mitigar los impactos potenciales que pueden presentarse por la construcción y operación del P.E. La Venta II, se ha formulado un programa estratégico que considera una serie de medidas preventivas, de remediación, rehabilitación, compensación y reducción, que se presentan en los Cuadros VI.1-1a y VI.1-1b.

<b>Cuadro VI.1-1a Descripción de las medidas de mitigación para las etapas de preparación del sitio y construcción</b>			
<b>IMPACTO</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>MEDIDA DE PREVENCIÓN, CONTROL O MITIGACIÓN</b>	<b>ESPECIFICACIONES</b>
1. Eliminación de individuos bajo estatus de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2001.	Reducción	1) Realizar una prospección en el derecho de vía que ocuparán los caminos de acceso y las áreas seleccionadas para implantar los aerogeneradores, antes de iniciar las actividades de preparación del sitio y construcción; en caso de detectar individuos de alguna(s) especie(s) listada(s), se procederá a su colecta y traslado a alguna zona alejada al derecho de vía con condiciones favorables para su desarrollo.	El trabajo se desarrollará durante todo el período de preparación del sitio y construcción, días antes de la apertura de cada frente de trabajo.  El responsable ambiental de la obra llevará una bitácora donde se asentará la especie, número de individuos y lugar donde fueron trasladados.



**Cuadro VI.1-1a Descripción de las medidas de mitigación para las etapas de preparación del sitio y construcción**

IMPACTO	CLASIFICACIÓN	MEDIDA DE PREVENCIÓN, CONTROL O MITIGACIÓN	ESPECIFICACIONES
<p>2. Pérdida de vegetación (eliminación de árboles y estrato arbustivo alto)</p>	<p>Compensación</p>	<p>2) En las zonas con elementos arbóreos sólo se eliminarán los árboles que interfieran con las obras y operación de los aerogeneradores.</p> <p>3) Se deberá llevar un conteo de los árboles que eventualmente sean derribados y se negociará con la Delegación de la SEMARNAT en el Estado de Oaxaca las condiciones y sitio para realizar el plantado de 5 árboles por cada uno derribado.</p> <p>4) Al término de las obras en las áreas de uso temporal se aplicarán medidas para favorecer la recuperación de la vegetación, como es la recolocación de suelo y esparcimiento de semillas de especies herbáceas y arbustivas.</p>	<p>El responsable ambiental de la obra llevará una bitácora donde se anotará la especie, número de individuos y lugar donde fueron derribados.</p> <p>En el plantado de los árboles se usarán especies nativas.</p> <p>El programa de reforestación se negociará con la Delegación de la SEMARNAT en un plazo no mayor de 3 meses después de concluida la obra.</p> <p>Estos trabajos se desarrollarán para las áreas en que la vegetación fue eliminada totalmente con fines constructivos, pero que no se requiere su limpieza para operación o mantenimiento.</p> <p>Esto se realizará inmediatamente después de concluida las obras en cada frente de trabajo.</p> <p>La colecta de semillas se realizará de las especies nativas que esté fructificando durante el desarrollo de la obra.</p>
<p>3. Afectación por uso de fuego o productos químicos.</p>	<p>Preventiva</p>	<p>5) Prohibir el uso de fuego o productos químicos para el desmonte de la vegetación.</p>	<p>Se deberá informar a los trabajadores de la obra la prohibición de usar productos químicos o la realización de quemas</p>



**Cuadro VI.1-1a Descripción de las medidas de mitigación para las etapas de preparación del sitio y construcción**

IMPACTO	CLASIFICACIÓN	MEDIDA DE PREVENCIÓN, CONTROL O MITIGACIÓN	ESPECIFICACIONES
<p>4. Procesos de erosión, principalmente en terrenos denudados.</p>	<p>Preventivas y remediación</p>	<p>Se realizarán las siguientes acciones para la protección de suelo:</p> <p>6) Las excavaciones y las actividades de nivelaciones del terreno, para el montaje de las estructuras de las torres, se restringirán a las áreas de maniobras</p> <p>7) Fuera de las zonas de montaje de estructuras, caminos de acceso y brecha de maniobras y patrullaje, se mantendrá una cubierta vegetal herbácea y arbustiva</p> <p>8) Se utilizarán los residuos vegetales para evitar la erosión de terrenos expuestos (con excepción de las áreas para circulación de vehículos).</p> <p>9) En zonas de excavación y despalme, el suelo vegetal se retirará y almacenará, para ser usado posteriormente en los procesos de recuperación de cubierta vegetal.</p> <p>10) Los residuos vegetales que no se usen para prevenir erosión, serán trozados y esparcidos dentro del derecho de vía, sin formar apilamientos para favorecer su incorporación al suelo.</p>	<p>Estas medidas deberán realizarse sobre todo en terrenos con suelos erosionables.</p> <p>Los residuos vegetales se depositarán en los terrenos expuestos en cuanto se concluyan las obras en el frente de trabajo.</p>
<p>5. Contaminación del suelo por residuos domésticos y sanitarios generados por el personal.</p>	<p>Preventiva</p>	<p>11) Los residuos sanitarios tendrán que ser captados en letrinas móviles.</p> <p>12) Los residuos sólidos domésticos se colocarán en contenedores con tapa, los cuales se ubicarán en forma visible y estratégica en los frentes de trabajo. Su disposición final se realizará donde indique la autoridad competente.</p>	<p>Las letrinas móviles serán suministradas en renta por una empresa capacitada para prestar este servicio, asegurándose que cuente con la autorización respectiva.</p> <p>Colocación diaria de residuos en los contenedores. Recolección y envío a sitio de disposición final reuso o reciclado periódicamente</p>



**Cuadro VI.1-1a Descripción de las medidas de mitigación para las etapas de preparación del sitio y construcción**

IMPACTO	CLASIFICACIÓN	MEDIDA DE PREVENCIÓN, CONTROL O MITIGACIÓN	ESPECIFICACIONES
6. Emisiones de gases contaminantes a la atmósfera y dispersión de partículas de polvo.	Preventiva y reducción	13) El transporte de materiales de construcción en zonas habitadas se realizará en camiones cubiertos con lonas.  14) Cumplir con las verificaciones vehiculares pertinentes de los vehículos automotores de diesel y gasolina; en su defecto, el mantenimiento del parque vehicular deberá estar al día.	Aplicar lo dispuesto en las: NOM-041-SEMARNAT-1999, NOM-045-SEMARNAT-1996, NOM-050-SEMARNAT-1993
7. Trastornos a la circulación vehicular	Preventiva y reducción	15) Cumplir con las especificaciones de la SCT sobre la circulación de vehículos con carga sobresaliente y obtener la autorización especial de la SCT para la transportación de las estructuras de los aerogeneradores.	Aplicar lo dispuesto en:  Reglamento de Tránsito en Carreteras Federales  Reglamento sobre el peso, dimensiones y capacidad de los vehículos de autotransporte que transitan en los caminos y puentes de Jurisdicción Federal  Reglamento de autotransporte Federal y Servicios Auxiliares
8. Contaminación del suelo por residuos peligrosos y no peligrosos, generados por vehículos y maquinaria, así como desechos de construcción	Reducción	16) Se promoverá el reuso o reciclado de materiales potencialmente aprovechables, o en su defecto serán dispuestos donde lo indique la autoridad competente.  17) Los materiales sobrantes de excavaciones, nivelaciones y despalmes serán dispuestos donde la autoridad competente lo indique.  18) Las grasas, aceites, solventes y cualquier residuo peligroso será manejada conforme a lo estipulado en el Reglamento de Residuos Peligrosos y demás normativa aplicable.	Aplicar lo dispuesto en las: NOM-052-SEMARNAT-1993, NOM-054-SEMARNAT-1993





**Cuadro VI.1-1a Descripción de las medidas de mitigación para las etapas de preparación del sitio y construcción**

IMPACTO	CLASIFICACIÓN	MEDIDA DE PREVENCIÓN, CONTROL O MITIGACIÓN	ESPECIFICACIONES
<p>9. Afectación a la fauna por atropellamiento y actividades durante el desmante.</p> <p>10. Pérdida de sitios de anidación y percheo.</p>	<p>Preventiva</p> <p>y</p> <p>Compensación</p>	<p>19) En las áreas con mejor cubierta vegetal, de ser posible programar desmante en fechas fuera de las épocas de reproducción.</p> <p>20) Limitar el paso de vehículos a los caminos existentes y la velocidad de los vehículos debe ser menor a los 30 km por hora.</p> <p>21) En las zonas de acahual, el desmante para los caminos de acceso se realizará en etapas y en un solo frente, dejando una noche de inactividad y de preferencia moviéndose de las zonas de menor hacia las de mayor densidad de vegetación, además de permitir el desplazamiento de la fauna. En las áreas cubiertas por acahual que serán ocupadas por los aerogeneradores y en los sitios próximos a áreas de bosque el desmante se realizará manualmente.</p>	<p>El período reproductivo de las aves residentes en la zona se lleva a cabo de febrero a junio, por lo que se recomienda que la apertura de caminos, brechas y corredores en las áreas de acahual se realice posteriormente. Por otro lado, las aves migratorias abandonan los sitios que ocupan durante el invierno alrededor de la segunda quincena de mayo y retornan nuevamente a sus áreas de reproducción en Estados Unidos y Canadá a principios de agosto.</p> <p>En caso de que se encuentren madrigueras, verificar si están habitadas, de estarlo se recomienda ahuyentar a los individuos. Esta medida aplica principalmente en los sitios donde se instalarán las torres.</p>
<p>11. Afectación a zonas de uso agropecuario.</p>	<p>Compensación</p>	<p>22) Hacer el pago de las indemnizaciones correspondientes de manera oportuna.</p> <p>23) Restringir las actividades de construcción y ensamblaje al área de maniobras, evitando afectaciones adicionales a los cultivos y terrenos circundantes a las torres</p>	<p>CFE deberá llevar a cabo un proceso de negociación con cada propietario y coordinadamente con las autoridades ejidales, demarcando en el terrenos las áreas que serán afectadas en las distintas etapas del proyecto</p>



**Cuadro VI.1-1a Descripción de las medidas de mitigación para las etapas de preparación del sitio y construcción**

IMPACTO	CLASIFICACIÓN	MEDIDA DE PREVENCIÓN, CONTROL O MITIGACIÓN	ESPECIFICACIONES
12. Cacería o colecta de individuos por parte del personal	Preventiva	24) Queda prohibido colectar, cazar, capturar, dañar, consumir y comercializar especies de vegetación y fauna silvestre.  25) Dar capacitación y promover la conciencia ambiental del personal que participe en la obra, para implementar la correcta aplicación de medidas y una actitud personal de mayor respeto al entorno.	Con énfasis para especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.  El responsable ambiental deberá impartir pláticas al personal.

**Cuadro VI.1-1b Descripción de las medidas de mitigación para la etapa de operación**

IMPACTO	CLASIFICACIÓN	MEDIDA DE PREVENCIÓN, CONTROL O MITIGACIÓN	ESPECIFICACIONES
1.- El control de vegetación puede causar erosión en el derecho de vía de los caminos de acceso a los aerogeneradores.	Preventiva	Se mantendrá una cubierta vegetal, cuando menos un estrato herbáceo, en el derecho de vía de los caminos de acceso a los aerogeneradores.	Durante toda la vida útil del proyecto
2.- Colisión de aves residentes con las estructuras de los aerogeneradores	Reducción	Tratar que los aerogeneradores tengan una estructura tubular, de forma que pueda disuadir a las aves de aterrizar o perchar sobre ellas Para minimizar posibles problemas se pueden utilizar disuasores.  Monitorear por lo menos un año, registrando la presencia de aves muertas y recogiendo la carroña para evitar la presencia de aves carroñeras	
3.- Colisión de aves migratorias con las estructuras de los aerogeneradores		Se describen en el apartado VI.4	



## **VI.2. Agrupación de los impactos de acuerdo con las medidas de mitigación propuestas**

En este apartado, se agrupan los impactos ambientales indicando la existencia de sistemas de mitigación para uno o varios impactos. Se hace énfasis sobre la pérdida de vegetación, ya que fue determinado como el impacto que afecta al mayor número de componentes ambientales. El desmonte tiene un efecto cascada, afectando directamente a la vegetación y reduciendo la disponibilidad de hábitat para la fauna. Además, la eliminación de la cubierta vegetal puede incrementar los procesos de erosión tanto eólicos como hídricos. En este sentido, las medidas de mitigación expuestas en los Cuadros VI.1 a y b para proteger la pérdida de vegetación permitirán reducir los impactos en los otros componentes ambientales (suelo y fauna) de la siguiente manera.

En primer lugar, la medida de mitigación de solo derribar los árboles y arbustos que interfieran con las obras y operación de los aerogeneradores, va a tener repercusiones positivas en tres niveles: el primer nivel que se identifica, es la permanencia de hábitat para los vertebrados, principalmente en sitios donde la afectación puede ser relevante, que incluye a especies animales y vegetales listados en la NOM-059-SEMARNAT-2001; el segundo nivel es la seguridad de que el desmonte a matarrasa no va a provocar pérdida de suelo por no existir cubierta vegetal en los sitios a desmontar y el tercer nivel, al no existir una brecha acentuada de desmonte en los sitios con vegetación densa, no se romperá el continuo de la vegetación, dejando la red de conexión entre manchones de vegetación, en buen estado. Las medidas antes mencionadas, también tienen repercusión en los impactos provocados al suelo, principalmente en los procesos de erosión eólica.

La medida de mitigación que actúa directamente sobre la pérdida del suelo y sus nutrientes, es la protección de los estratos arbustivos y herbáceos sobre el derecho de vía, así como el mantener una cubierta vegetal fuera de las brechas de maniobra y patrullaje. Estas medidas al igual que la poda selectiva del estrato arbóreo y la recolocación del suelo vegetal removido, ayudarán a



mantener el suelo y sus nutrientes, también desactivará el proceso de afloramiento del manto rocoso en los terrenos próximos a la sierra de Tolistoque.

### **VI.3. Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación**

En los Cuadros VI.1-1a y VI.1-1b se indican los impactos sobre los cuales actuará cada una de las medidas de mitigación propuestas.

Cabe señalar que el análisis de los impactos que se realizó en esta manifestación, estuvo enfocado a identificar y evaluar aquellas consecuencias del proyecto que ponen en riesgo el equilibrio ecológico dentro del sistema ambiental. En este sentido, los elementos de juicio que se utilizaron para formular las medidas de mitigación tratan de reducir este riesgo. Como primer punto, se consideraron todas las especificaciones de carácter legal enfocadas a mantener el equilibrio ecológico y que están contenidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Reglamentos en Materia Ambiental y Normas Oficiales Mexicanas. Algunos de los impactos ocasionados por el proyecto serán mitigados o reducidos de manera importante si existe un apego estricto a la normatividad ambiental vigente (Cuadros VI.1-1a y VI.1-1b). Dado que los límites permitidos, así como las especificaciones y procedimientos para cumplir con ellos, están contenidos en dicha normatividad, no es necesario profundizar más en el análisis de los impactos y en sus medidas de mitigación correspondientes. No obstante, será necesario que el constructor establezca un programa de seguimiento ambiental que garantice el cumplimiento formal de estos señalamientos.

#### **Supervisión de las medidas de mitigación**

El constructor y operador del Proyecto Eólico (P. E.) La Venta II deberá incluir en su cuerpo laboral, a uno o varios responsables ambientales en el sitio de obra durante las diferentes etapas que comprende el proyecto. Lo anterior con el fin de realizar la supervisión del cumplimiento de



las medidas de mitigación aquí presentadas. Es responsabilidad del supervisor ambiental, llevar el registro de las actividades durante las diferentes fases del proyecto, a efecto de realizar el informe de actividades que deberá presentarse a la autoridad ambiental cuando así lo requiera.

La supervisión de las medidas de mitigación implica la medición de variables durante la ejecución y operación del proyecto, para determinar cambios que ocurran a consecuencia del mismo. Estas acciones se realizarán como parte del cumplimiento de condicionantes que emita la autoridad ambiental, para la construcción y operación, además de las recomendaciones de la MIA. Por tales motivos, el o los responsables ambientales, deberán formular un programa de supervisión (seguimiento o control) de las medidas de mitigación considerando lo siguiente:

1) Asegurarse que la empresa o empresas subcontratadas conozcan las medidas de mitigación presentadas en este documento, así como la legislación ambiental y normatividad aplicable a cada fase del proyecto.

2) Inspección regular en las diferentes áreas de construcción a efecto de vigilar el cumplimiento de compromisos en materia ambiental. En la fase de preparación del sitio, es importante la vigilancia en las actividades de desmonte, despalme, movimientos generales de maquinaria y manejo de residuos (peligrosos y no peligrosos).

3) Deberá vigilarse periódicamente el cumplimiento de las medidas de mitigación establecidas, recabando como evidencia: oficios, recibos, fotografías, entre otros documentos, que permitan dar constancia de cumplimiento ante la autoridad correspondiente.

4) En el caso específico de la fauna, es importante que se realicen recorridos previos a las actividades para alejar a las especies más móviles como las aves y mamíferos medianos. Respecto a las especies menos móviles (anfibios, reptiles y roedores), se recomienda dejar una noche de inactividad para permitir que la fauna se desplace hacia otros sitios cercanos para buscar refugio. Esto para evitar afectaciones a individuos de las especies catalogadas en la



NOM-059-SEMARNAT-2001. Si se detecta la presencia de algunos individuos, es importante llevar un registro fotográfico y determinar la ubicación exacta en la que fueron localizados, en caso de ser trasladados se reportará también la ubicación del sitio, así como describir características de la especie.

#### **VI.4. Medidas de mitigación propuestas para las aves migratorias.**

De acuerdo con lo expuesto en la sección de impactos (Capítulo V), la colisión de aves migratorias en el área de estudio puede ser el impacto ambiental más significativo del proyecto. Como se señaló en ese capítulo, la información obtenida a partir de la consulta bibliográfica, las observaciones realizadas en el campo sobre el comportamiento de las aves, así como las características orográficas y los patrones de viento que existen en el sitio, llevan a considerar que es posible que se produzcan colisiones de aves con los aerogeneradores. No obstante, es necesario reconocer que, con la información disponible y el nivel de conocimiento que se tiene sobre el caso particular del Istmo de Tehuantepec, es difícil precisar los niveles de probabilidad de estos eventos. Obviamente, con esta limitación también resulta complicado definir con precisión las zonas dentro del predio donde podrían presentarse más frecuentemente estas colisiones. Pese a esas limitaciones, que impiden establecer medidas de mitigación concretas que garanticen la reducción de este impacto, es posible esbozar algunas medidas, tomadas a partir de información generada por estudios realizados en otros países, que podrían funcionar para reducir algunas de las causas que se supone originan las colisiones de las aves con este tipo de estructuras.

La operación de los aerogeneradores puede afectar a las aves de diversas maneras. El ruido y las actividades humanas asociadas a la operación y mantenimiento de los equipos pueden incidir en los patrones de anidación y forrajeo de las aves, afectando su éxito reproductivo. Pero el efecto que ha llamado más la atención es la muerte debida a colisiones con aerogeneradores y líneas de transmisión. Las causas de tales colisiones no son del todo conocidas, y parece ser que las causas que influyen sobre las aves rapaces son distintas de las que afectan a las aves migratorias.



El comportamiento de las aves, el uso del espacio por parte de las aves (migratorias o residentes), el diseño de los aerogeneradores y su arreglo espacial, y la topografía de la región, están entre los factores que causan las colisiones con los aerogeneradores (Sterner, 2002).

Los nuevos modelos de aerogeneradores que se están instalando actualmente en la mayoría de los proyectos eólicos, son más grandes que sus antecesores y tienen una eficacia más alta; tienen un promedio de velocidad rotatoria y de velocidad en las puntas de las aspas más reducido que los modelos más viejos. Estos cambios tecnológicos y de diseño parecen tener un alto potencial para reducir las fatalidades con aves (Sterner, 2002). La distribución espacial de las turbinas también ha sido tomada en cuenta como factor para reducir el riesgo de las colisiones. Al respecto, Sterner (2002) menciona que algunas investigaciones han encontrado que las filas de turbinas próximas a cañones y hondonadas están correlacionadas con altas fatalidades de rapaces, mientras que otros estudios han indicado que los patrones de espaciamiento irregular y las diferencias en las densidades de turbinas podrían estar correlacionados con riesgos de fatalidad más altos. En este sentido Tucker (1995a, 1995b, in Sterner 2002) concluyó que las aves tenían menos probabilidades de chocar con aerogeneradores con rotores más grande y de velocidad variable (KVS-33; 33 m, o 108 ft) que con aerogeneradores con rotores más pequeños y de velocidad fija (KCS-56; 18.5 m, o 61 ft), concluyendo que si las turbinas más pequeñas fueran sustituidas por un número suficiente de turbinas más grandes para generar la misma cantidad de energía eléctrica anual, el resultado podría ser una reducción de dos terceras partes de las muertes de aves.

Kingsley y Whittam (2001), mencionando los trabajos de (Mossop 1998, Howell y Noone 1992), dicen que *aún las turbinas colocadas en el paso de importantes corredores de migración han tenido pocas muertes de aves*. Los mismos autores subrayan que *las aves parecen mostrar comportamiento de evasión si las turbinas son visibles*, pero que en algunos casos la neblina o las condiciones meteorológicas pueden afectar la visibilidad y ocasionar colisiones.



Para mitigar los impactos ocasionados por proyectos eólicos sobre las aves Kingsley y Whittam (2001), han recomendado las siguientes medidas:

- Pintar las aspas de las turbinas para hacerlas más visible a las aves
- Usar luces estroboscópicas blancas (Gauthreaux and Belser 1999)
- Instalar dispositivos anti-percha y disuasores
- Asegurar que las turbinas no excedan una altura de 100-150 m

### **Color de los álabes de los aerogeneradores**

Hay varios motivos por los que las aves pueden chocar con los proyectos eólicos, uno de los más importantes y obvios puede ser que las aves son incapaces de detectar las torres. Dos hipótesis principales son usadas para explicar esta dificultad en el caso de las rapaces: 1) “movimiento borroso” o efecto parpadeo (la degradación de visibilidad de objetos en rápido movimiento); y 2) la incapacidad de las aves para dividir su atención entre cazar y monitorear el horizonte para evitar obstáculos (Hodos *et al.*, 2001). El movimiento borroso es más acentuado cerca de las puntas de las aspas, donde la velocidad es más grande; para reducir el efecto del movimiento borroso se ha optado por pintar diferentes patrones sobre las aspas, y parece que el patrón de rayas delgadas negras y rojas es el patrón más visible para las aves. Hodos y colaboradores (2001 in Kingsley y Whittam, 2001) mencionan que si tal tratamiento no es posible, entonces lo adecuado es pintar una sola aspa negra.

Al respecto, en las especificaciones para el señalamiento visual de los aerogeneradores del P. E. La Venta II, se contempla que los álabes de los aerogeneradores llevarán una franja anaranjada en su extremo más alejado y la torre llevará franjas de color anaranjado, como se muestra en la Figura VI.1. Esto cumple con las especificaciones establecidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) en el Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-015-SCT3-1995 (DOF-01-09-1996), sobre señalamiento visual y luminoso de objetos, en lo referente a espacio aéreo navegable. En el Capítulo 5.1 del Proyecto de NOM-015-SCT3-1995, se





especifica que el señalamiento visual consistirá en *los colores blanco y anaranjado (internacional) o rojo*, con base en lo señalado en dicho capítulo se sugiere que la franja en el extremo distal de los álabes sea de color rojo, con lo cual se cumplen las especificaciones establecidas por la SCT y se incrementa la visibilidad de los álabes para las aves. Esta propuesta puede incorporarse en la solicitud de evaluación que debe entregarse a la Dirección General de Aeronáutica Civil, para la expedición de licencias de construcción.

### **Luces de los aerogeneradores**

Desde hace tiempo, Cochran y Graber (1958) demostraron experimentalmente que las aves son atraídas por las luces rojas de emergencia que se colocan en las torres o edificios altos, como señalamiento para evitar colisiones de aeronaves. Parece ser que estas luces afectan la orientación de las aves. No obstante, la gran mayoría de las colisiones adjudicadas a este tipo de iluminación es para torres de televisión, que son mucho más altas que las torres de los aerogeneradores convencionales. El Servicio de Caza y Pesca de los Estados Unidos recomienda: usar solo luces de estroboscopia blancas o rojas sobre torres en lugar de luces rojas fijas; tratar de utilizar el menor número posible de fuentes emisoras, usando la intensidad más baja permisible; y el menor número de destellos por minuto (es decir, tener el mayor tiempo de separación entre destellos) (Kingsley y Whittam 2001), esa misma dependencia recomienda que el empleo de luces rojas que pulsan debería ser evitado, ya que las investigaciones han mostrado que esas luces interrumpen la migración nocturna de aves a una tasa mucho mayor que las luces estroboscópicas blancas.

Sobre este aspecto, las especificaciones para señalamiento luminoso de los aerogeneradores del P.E. La Venta II contemplan como señalamiento principal, el uso de dos luces de obstrucción tipo L-864, en la cúspide de cada aerogenerador, cuyo encendido y apagado automático estará controlado por una fotocelda calibrada a 54 lux; como señalamiento secundario, dos luces de obstrucción, color rojo, tipo L-810 de encendido fijo, colocadas en el punto donde comienza el segundo tercio de la altura. La ubicación de las señales luminosas se muestra en la Figura VI.1



Considerando que el aeródromo más próximo al sitio donde se pretende implantar el P.E. La Venta II se encuentra a 20 km de distancia, en la ciudad de Ixtepec, Oaxaca, y que los aerogeneradores quedarán apantallados en la parte NW por los cerros de la Sierra de Tolistoque (cuyas cúspides alcanzan los 400 msnm), se ponen a consideración las siguientes propuestas para reducir el efecto de desorientación que pudiera ocasionar sobre las aves migratorias nocturnas el sistema de señalamiento luminosos del P.E. La Venta II.

- Considerar como un bloque a todos los aerogeneradores a fin de tratar de reducir el número de fuentes emisoras de señalización para el total del bloque.
- Que la frecuencia de destello de las luces de obstrucción sea menor a 30 destellos por minuto, idealmente de 20 destellos por minuto, y que el tiempo de cada destello sea lo mas corto posible.
- En caso de ser posible, reducir la intensidad de las fuentes emisoras en los aerogeneradores ubicados al interior del bloque.

Al respecto se puede tratar de evaluar, en los aerogeneradores ubicados en la parte más al norte del predio, el efecto que pueden tener las luces estroboscópicas blancas sobre la de atracción que ejercen las luces rojas sobre las aves migratorias nocturnas.

### **Instalar dispositivos anti-percha y disuasores dentro de la Central**

El empleo de aerogeneradores de diseño sólido tubular, puede reducir la posibilidad de percha para las aves y al evitar crear plataformas en las torres, se elimina el riesgo de percheo y de anidación por parte de las aves. Adicionalmente, para mitigar impactos adversos ocasionados por cables y líneas de transmisión, que pudieran instalarse como parte del proyecto, se recomienda tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- De ser posible, evitar construir las líneas eléctricas sobre cuerpos de agua u otras áreas de concentraciones alta de aves.



- Tratar de que el trazo de las líneas eléctricas sea paralelo a la dirección de los vientos predominantes.
- Tratar de que las líneas eléctricas que cruzan ríos o cuerpos de agua, sean colocadas en forma oblicua más que en ángulos rectos.

Al respecto se contempla que los aerogeneradores del P E. La Venta II, sean de diseño sólido tubular, con lo cual se reduce las posibilidades de percheo y anidación de aves. En cuanto a las líneas de conducción del fluido eléctrico dentro de la Central, todas son subterráneas. La única línea de transmisión aérea es la que va hacia la subestación siguiendo el trayecto del camino de terracería que comunica a La Venta con El Porvenir.

### **Reducir el riesgo de colisión durante vientos fuertes**

Otro factor que puede contribuir a la muerte de aves por colisión con los aerogeneradores, es la ocurrencia de vientos fuertes en la región durante el periodo de paso de aves migratorias por la región (otoño y primavera). Vientos muy fuertes pueden ocasionar que algunas aves pierdan maniobrabilidad y sean arrastradas cerca de los aerogeneradores, incrementando las posibilidades de colisión con tales estructuras. Cuando el viento sopla del norte o noroeste el riesgo de colisión es mayor para las aves, por ello podría considerarse la posibilidad de realizar un paro en el funcionamiento de los aerogeneradores. Esta práctica se ha estado implementando en un parque eólico ubicado en Navarra, España.

Para el caso del P.E. La Venta II, se puede considerar un programa de monitoreo para definir mejor el comportamiento de las aves migratorias, contando con la participación de los operadores de la central eólica. Este sistema de monitoreo podría contemplar un programa de monitoreo durante el periodo crítico de la migración, para prever el paro de aquellos aerogeneradores con mayor posibilidad de colisiones. Adicionalmente, el proyecto considera que la altura máxima de los aerogeneradores no será superior a los 150 m de altura, lo cual coincide con las medidas recomendadas por Kingsley y Whittam (2001), para reducir riesgo de colisiones.



Así mismo, la mayoría de los aerogeneradores comerciales tiene una velocidad de paro de 25 m/s por lo que durante la ocurrencia de vientos muy fuertes, la mayoría de los aerogeneradores tendrán sus álabes inmóviles.

Por la naturaleza del proyecto y la necesidad de contar con mayor información sobre las interacciones entre el proyecto y las aves migratorias, se recomienda diseñar e instrumentar un sistema de monitoreo, que permitiría ir ajustando las medidas de mitigación implementadas por el proyecto.

### **VI.5. Impactos Residuales**

Con la adopción de las medidas propuestas, será posible evitar y reducir casi en su totalidad los impactos potenciales que ocasionará el P.E. La Venta II; sin embargo, a pesar de su instrumentación, se esperan algunos impactos residuales, los cuales consistirán básicamente en la pérdida de vegetación de acahual de bosque tropical caducifolio (<10 ha), y área agropecuaria (<14 ha), el incremento en los niveles de ruido por la operación de la central eoloeléctrica, el efecto sobre la calidad del paisaje y, las colisiones con los aerogeneradores de un número no determinado de murciélagos y aves.

Dado que se considera que para estos impactos no es posible aplicar medidas de mitigación o éstas serán insuficientes, dichas consecuencias deberán ser asumidas como el costo ambiental que implica un proyecto de esta naturaleza.

No obstante, cabe diferenciar el grado de certeza que existe en la ocurrencia de los impactos mencionados. En este sentido, no se tiene duda en que el proyecto causará pérdida de vegetación, un aumento en los niveles de ruido y una afectación al paisaje. Por el contrario, en el caso de las colisiones tanto de aves como de murciélagos existe un alto nivel de incertidumbre.



## **VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**

### **VII.1 Pronóstico del escenario**

Como se señaló en el Capítulo V, el Proyecto Eólico (P.E.) La Venta II, será construido en una zona con topografía regular, donde el 55,6% de la superficie del área de estudio se encuentra transformada por usos agropecuarios, el 0,9 % está destinado para uso habitacional, y la vegetación natural cubre el 43,5 % del área de estudio; de este total el 21% (2 103,92 ha) corresponde a bosque Tropical Caducifolio y 22,5% (2 245,34 ha) al acahual de Bosque Tropical Caducifolio.

De acuerdo a la información anterior, después de las zonas destinadas para actividades agropecuarias, la unidad ambiental natural con mayor cobertura es el acahual de bosque tropical caducifolio. En consecuencia, esta unidad será la que en mayor extensión se verá afectada con la introducción del proyecto.

En el caso específico de este estudio y de acuerdo con el análisis de impactos, se ha detectado que el desmonte será la acción que tendrá el mayor impacto relativo sobre las unidades ambientales, seguido por el uso de maquinaria y vehículos.

A escala regional, se considera que el proyecto puede tener un impacto importante, debido a que el sitio del proyecto se ubica dentro de una de las rutas migratorias de aves más importantes del mundo. Las medidas de mitigación propuestas en el Capítulo VI, permitirán atenuar las posibles afectaciones en las diferentes unidades ambientales. Funcionalmente, se espera que con la incorporación de estas medidas de mitigación se conserven áreas y estratos de vegetación importantes para el refugio y alimentación de la fauna, y se reduzca el riesgo de colisión principalmente de aves y murciélagos. Además, con el seguimiento adecuado de las medidas de mitigación se espera que:



- 1) El grado de emisiones por el uso de maquinaria y vehículos esté por debajo de lo señalado en la normatividad ambiental.
- 2) No se contamine el suelo por residuos peligrosos y no peligrosos.
- 3) Se afecte en el menor grado posible a las especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.
- 4) Se eviten al máximo procesos de erosión en la zona.
- 5) Se reduzca la pérdida de individuos de fauna por atropellamientos, cacería y recolecta.
- 6) Reducir el riesgo de choque o colisión de aves planeadoras con los aerogeneradores.

Para el éxito de las medidas de mitigación propuestas, será necesario que se aplique un programa de vigilancia obligatoria, el cual deberá incluir además de lo señalado en el Capítulo VI, todas aquellas restricciones de índole ambiental señaladas por la autoridad ambiental, y por la política ambiental de la empresa (condicionantes de la resolución de la DGIRA NOMs, Reglamentos, Sistema de control ambiental, etc). Formular una versión final de este programa no es posible, sin contar con toda la información contenida en los instrumentos señalados anteriormente. No obstante, a continuación se presenta un esquema general sobre el cual deberá basarse este programa una vez recopilada toda la información necesaria.

## **VII.2 Programa de vigilancia**

Los proyectos de gran magnitud como es el caso del presente estudio, requieren como parte de su ciclo, un programa de vigilancia ambiental en las diferentes etapas que comprende el proyecto. Un programa de vigilancia, puede incluir elementos relacionados con el medio físico (aire, agua, suelo y ruido), los rasgos biológicos (flora, fauna y hábitat), los recursos visuales, los impactos sociales y la salud humana. Los elementos clave se seleccionan en función del tipo de proyecto, situación ambiental de partida, impactos previsible y objetivo del control o vigilancia (Canter, 1998).



Para el P.E. La Venta II, se considera necesario llevar a cabo un Programa de Vigilancia obligatoria. La vigilancia obligatoria asegura que las medidas correctivas sean llevadas a cabo de acuerdo a la documentación ambiental (en este caso, MIA, NOMs, Reglamentos, Política ambiental de la empresa, Resoluciones, etc). Los objetivos particulares de este programa son:

- a) Verificar el cumplimiento de las medidas de mitigación y de la legislación ambiental que aplique al proyecto.
- b) Minimizar las afectaciones al ambiente.
- c) Proporcionar información y aviso inmediato cuando un impacto determinado se acerca a un nivel crítico.
- d) Utilizar los resultados de la vigilancia para determinar la compensación que debe “pagarse” por las afectaciones ocasionadas por el proyecto.

Este programa de vigilancia deberá poner en práctica, alcanzar, revisar y mantener actualizada la política ambiental en la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto; con el fin de asegurar que el proyecto sea considerado ambientalmente satisfactorio.

Como primer punto del Programa de Vigilancia, se especificará la estructura organizacional y las responsabilidades de cada uno de los participantes involucrados, tanto en la construcción del proyecto (licitante ganador), como en la supervisión del programa (asesor de campo).

Un punto importante para el funcionamiento adecuado del Programa de Vigilancia, es tener mecanismos de control que permitan verificar el cumplimiento ambiental. En este sentido, el Programa de Vigilancia contempla la elaboración de una tabla de cumplimiento ambiental a partir de información de la MIA y Resolución de la DGIRA para el proyecto., así como las acciones a realizar para cumplir con cada una de las medidas propuestas; ésta es elaborada en función de las actividades que realizará la empresa encargada del proyecto, la etapa del proyecto en que se debe llevar a cabo la actividad, la frecuencia de realización de la actividad, la normatividad aplicable y la evidencia que se presenta. En el Cuadro VII.1, se presenta la tabla de



cumplimiento ambiental para el presente proyecto, a la cual deberán incorporarse las recomendaciones y condicionantes que contenga el resolutivo de la autoridad ambiental (DGIRA). En el Cuadro VII.2, se presenta el ejemplo del seguimiento documental para el proyecto.

**Cuadro VII. 1 Tabla de cumplimiento y control ambiental**

No.	ACTIVIDAD	ETAPA	FRECUENCIA	EVIDENCIA	OBSERVACIONES
1	Protección de fauna	PS - C	Diaria		
2	Solo eliminar vegetación arbórea que interfiera con obra	PS - C	Variable		
3	Conteo de árboles derribados	PS	Variable	Esquema y reporte	
4	Recuperación del sitio	Término de las obras	Una vez	Programa de recuperación e Informe	
5	Evitar uso de productos químicos y fuego para el desmonte	PS - C	Diaria	Letreros alusivos (foto)	
6	Excavar solo para montaje de las torres de los aerogeneradores	PS	Una vez	Fotografías	
7	Instalar letrinas móviles	PS - C	Deben colocarse diario en los frentes de trabajo	Fotografías	
8	Colocar tambos para residuos sólidos	PS - C	Deben colocarse diario en los frentes de trabajo	Fotografías	
9	Cubrir camiones con lona	PS - C	Diaria durante el transporte de material téreo	Fotografías	
10	Verificar vehículos	PS - C	Una vez cada 6 meses	Copia de verificación	
11	Manejo de sustancias y residuos peligrosos de acuerdo al reglamento de LGEEPA	PS - C	Durante toda la etapa de PS y C	Bitácora de manejo de residuos	
12	Desmonte escalonado en zonas conservadas	PS	Una vez	Fotografías e informes	
13	Pago oportuno de indemnizaciones	PS - C	Una vez	Documento	
14	Prohibir la colecta, caza, captura, consumo y comercialización de flora y fauna	PS - C	Durante toda la etapa de PS y C	Letreros alusivos (foto)	
15	Capacitar al personal que labore en la obra en materia de medio ambiente	PS - C	Una vez	Lista de asistencia	
16	Protección de fauna durante las actividades de control de vegetación	O	Una vez	Fotografías	
17	Pintar las torres y palas de los aerogeneradores, para evitar la colisión de aves.	C - O	Una vez	Fotografías	
18	Usar luces estroboscópicas blancas (aves)	C - O	Una vez	Fotografías	
19	Asegurar que los aerogeneradores no excedan los 150 m	PS - C	Una vez	Fotografías, copia de especificaciones de diseño de aerogenerador	

PS = Preparación del sitio  
C = Construcción  
O = Operación





<b>Cuadro VII.2. Seguimiento documental</b>		
<b>Concepto</b>	<b>Frecuencia de entrega</b>	<b>Subcontratistas</b>
<b>RESIDUOS SANITARIOS</b>		
Contrato de renta de sanitarios	<b>1 sola vez</b>	
Pago de disposición final de residuos sanitarios	<b>Mensual</b>	
Determinar el número de sanitarios y su ubicación	<b>1 sola vez</b>	
<b>RESIDUOS PELIGROSOS</b>		
Generador de Residuos Peligrosos	<b>1 sola vez</b>	
Contrato de Transporte de Residuos Peligrosos	<b>1 sola vez</b>	
Manifiesto de entrega, transporte y recepción de Residuos Peligrosos *	<b>Semestral</b>	
Bitácora de Residuos Peligrosos *	<b>Mensual</b>	
<b>RESIDUOS NO PELIGROSOS</b>		
Pago de disposición de basura	<b>1 sola vez</b>	
Número de tambos de basura y ubicación	<b>1 sola vez</b>	
<b>AGUA</b>		
Contrato de Agua Potable	<b>1 sola vez</b>	
Adquisición de agua para construcción	<b>Mensual</b>	
<b>AIRE</b>		
Verificación de vehículos que usan gasolina *	<b>Semestral</b>	
Verificación de vehículos que usan diesel o mezclas de diesel *	<b>Semestral</b>	
Verificación de vehículos que usan gas u otros comb. Alternos *	<b>Semestral</b>	
Partículas suspendidas totales en obra (NOM-024-SSA-1993) *	<b>1 sola vez</b>	
Mantenimiento de maquinaria	<b>Mensual</b>	
Certificado de mantenimiento de Grúas	<b>Mensual</b>	
<b>RUIDO</b>		
Verificación de Ruido *	<b>1 sola vez</b>	
<b>OTROS</b>		
Cursos ambientales	<b>cada vez que aumente el personal</b>	
Determinar número de extintores y ubicación	<b>1 sola vez</b>	
<b>REPORTES IRREGULARES</b>		
Derrames de combustibles-volumen, ubicación, acción tomada *	<b>Irregular</b>	
Derrames de otras sustancias peligrosas -volumen, ubicación, acción tomada *	<b>Irregular</b>	
Presencia de especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001- bitácora *	<b>Irregular</b>	
Indicar el cumplimiento con X		
*Deberá hacerse de acuerdo a lo establecido en la legislación ambiental aplicable.		
En el caso de las verificaciones y el mantenimiento de maquinarias y grúas presentar además de las copias de las verificaciones y la comprobación del mantenimiento, la relación de vehículos operando en la obra con la fecha de última verificación o mantenimiento y la fecha de verificación o mantenimiento próximo.		



## Seguimiento de aves en la Central Eólica La Venta II.

Durante la operación de la Central, dado que la colisión de aves se identifica como el impacto potencial más relevante del proyecto, se deberá elaborar un programa específico de vigilancia para la avifauna. Se propone que el seguimiento que aquí se esboza, se instrumente en dos etapas con el fin de cumplir con los objetivos que se indican para cada una de ellas.

**ETAPA 1.** *Recabar información biológica y conductual para establecer la instrumentación eficiente de las medidas de mitigación que se propusieron en el Capítulo VI.*

### Objetivos particulares

- Identificar los sitios de anidación y reproducción de aves residentes,
- Determinar las preferencias en el uso de hábitat y las respuestas conductuales (alturas y trayectorias de vuelo),
- Relacionar la influencia del viento con la mortalidad potencial de las aves,
- Identificar rutas migratorias tanto para rapaces como para aves nocturnas.

Con la información que se genere durante la Etapa 1, deberá ser posible conocer los sitios adecuados para el establecimiento de disuasores (patrones de coloración y luces estroboscópicas en los aerogeneradores), así como de los dispositivos antipercha. Además, deberá ser posible identificar las zonas en donde la probabilidad de colisión de aves migratorias sea mayor y así proponer el paro temporal de los aerogeneradores que se ubiquen cercanos a dichas áreas y en su defecto, reubicar aquellos aerogeneradores que causen muertes importantes de aves migratorias, de acuerdo a los criterios de la autoridad ambiental.



**ETAPA 2.** *Evaluar la magnitud del impacto producido por la colisión de aves con los aerogeneradores.*

#### Objetivos particulares

- Determinar la intensidad de utilización del sitio por las aves (numero de aves observadas por unidad de tiempo y área) en cada aerogenerador.
- Determinar el porcentaje de mortalidad de especies de aves más sensibles a colisiones (numero de aves muertas por unidad de área) en cada aerogenerador, con base en observaciones de campo y referencias bibliográficas.
- Calcular el riesgo de utilización y mortalidad por aerogenerador usando las variables anteriores.
- Identificar periodos anuales de riesgos (altos y bajos).

#### ***Recomendaciones***

El seguimiento será desarrollado por la Comisión Federal de Electricidad, para lo cual es necesario que se encomiende la ejecución del proyecto a especialistas en el tema (ornitólogos); especialmente en periodos claves de la migración y reproducción.

Con relación al punto anterior, es importante tener en consideración el esfuerzo de observación que se realiza durante los flujos migratorios. Durante estos flujos, las aves pueden migrar durante varias horas sin seguir un patrón temporal establecido. En este sentido, es pertinente contar con al menos cuatro especialistas que alternen los avistamientos en los días de migración.

Es conveniente seguir una metodología que permita la comparación con los resultados obtenidos en otras centrales eólicas actualmente en operación en USA, Canadá y Europa. Para la etapa dos, se recomienda realizar el seguimiento al menos durante los primeros cinco años de operación.



## **Seguimiento del programa general de vigilancia**

El seguimiento del programa se realizará mediante la coordinación entre el asesor de campo y la empresa o institución responsable del programa, que se encargará de realizar visitas periódicas al sitio del proyecto, para verificar el cumplimiento del Programa. Para llevar a cabo este seguimiento es necesaria la presencia de un asesor de campo residente en el sitio de obra, que realice las siguientes funciones.

- a) Inspección diaria en las diferentes áreas de construcción, a efecto de vigilar el cumplimiento de compromisos en materia ambiental, en las diferentes actividades que se realicen en la preparación del sitio y construcción del proyecto.
- b) Revisar la documentación existente en materia ambiental que tenga relación con el proyecto.
- c) El asesor de campo debe tener amplio conocimiento de los documentos y permisos en materia de medio ambiente para el proyecto.
- d) Vigilar el cumplimiento de las medidas de mitigación emitidas en la Manifestación de Impacto Ambiental.
- e) Programar reuniones de carácter ambiental con los contratistas involucrados.
- f) Apoyar a los contratistas en la capacitación de sus trabajadores en aspectos relacionados con la protección ambiental.
- g) Emisión de opiniones técnicas fundamentadas en la normatividad ambiental, leyes, reglamentos, que tengan relación con el proyecto.
- h) Elaboración de un informe mensual de las actividades en materia ambiental, apoyado con evidencias escritas y fotográficas.
- i) Estar en comunicación constante con el supervisor de la empresa responsable del proyecto, e informar de cualquier situación que ponga en riesgo el equilibrio ecológico del lugar.






Uno de los puntos importantes para el funcionamiento adecuado del Programa de Vigilancia del P.E. La Venta II, es contar con un mecanismo de control que permita la comunicación entre cada uno de los participantes, por lo que se pretende:

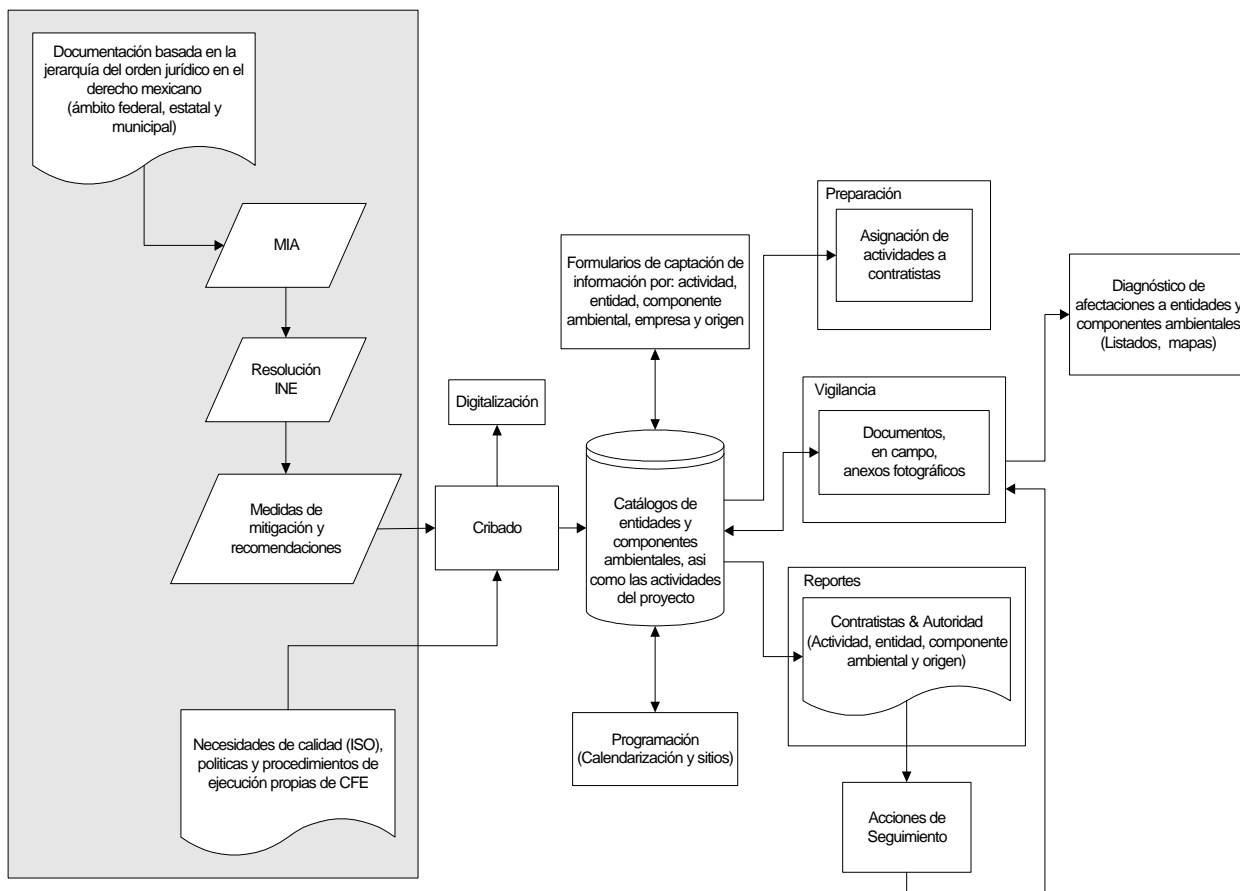


- Contar con mecanismos de captura, catalogación, almacenamiento, recuperación y manipulación de insumos documentales referentes a la MIA, Leyes ambientales, Normatividad, Políticas de CFE, necesidades de calidad, entre otras.
- Administrar los elementos de información necesarios para la correcta ejecución de las medidas de mitigación y recomendaciones en los elementos ambientales correspondientes.
- Integrar herramientas para la planeación, seguimiento y evaluación de la vigilancia del conjunto de medidas de mitigación ambientales relativas al proyecto.
- Mantener actualizada la información relativa al proyecto mediante la elaboración de reportes, informes, anexos fotográficos, formatos de vigilancia, oficios, etc. Requeridos durante la vigilancia del proyecto.

El programa deberá sistematizar las metas, objetivos, la integración de procesos, prácticas, procedimientos y líneas de responsabilidad para alcanzar los objetivos establecidos. La Figura VII.1, muestra esquemáticamente el medio y elementos que integran el programa de vigilancia del proyecto.

Simbología utilizada:

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	Elementos de información (i.e. leyes, normas, decretos, procedimientos, políticas, convenios, tratados)
	Datos obtenidos de los elementos de información (documentos)
	Procesos
	Base de datos
	Flujo de la interacción



**Figura VII.1 Esquematzación del Programa de vigilancia obligatoria**

El recuadro gris engloba los elementos de información y documentos de entrada. Se puede observar que comienza desde la jerarquía del orden jurídico, manifestación de impacto ambiental, resolución de la DGIRA, medidas de mitigación y recomendaciones, hasta las políticas y procedimientos de CFE. Para ser procesados por medio de un cribado (Figura VII.2), donde se obtendrán ligas y fichas de catalogación para alimentar una parte de la base de datos. Es recomendable considerar una estrategia de control de elementos de información y documentos que incluya la *digitalización* de los mismos.



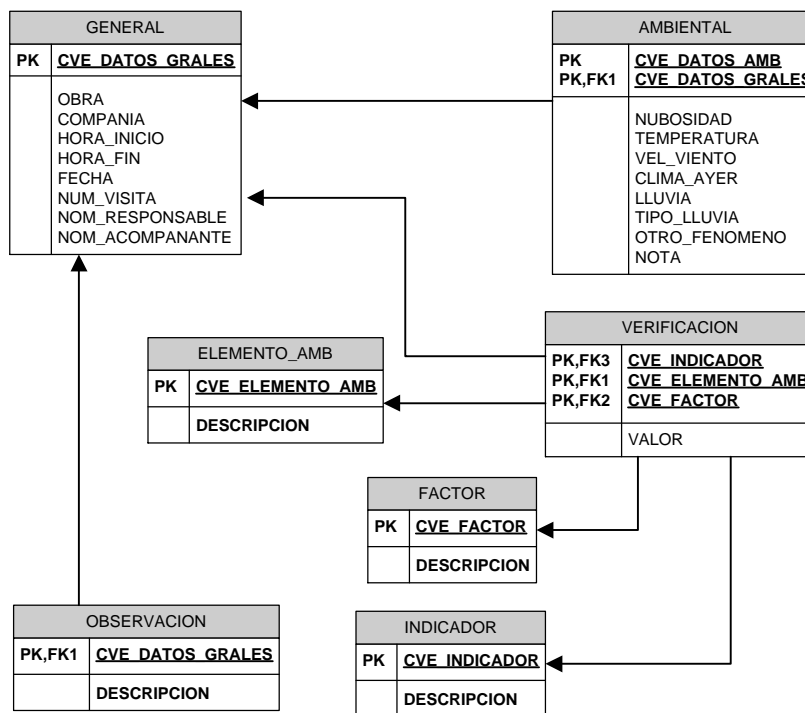
**Figura VII.2. Cribado donde se obtendrán ligas y fichas de catalogación para alimentar una parte de la base de datos**

Se recomienda crear una *base de datos* (Figura VII.3) en la que se almacene y procese el catálogo de entidades y componentes ambientales, actividades del proyecto, formularios de captación de información (por actividad, entidad, componente ambiental, empresa y origen), programar el seguimiento de las evidencias documentales pertinente, como contratos, permisos, verificaciones, etc. y formatos de revisión diaria. La estructura de este recurso informático deberá contar con capacidad para:

- *Programación*: se determinará el tipo de vigilancia y control, las fechas de vigilancia y control, entrega de evaluaciones.
- *Preparación*: se establecerán tiempos, asignarán actividades por contratistas y determinarán tareas.



- *Vigilancia:* se emplearán los formularios y calendarización para la vigilancia y control documental, visual y en campo. Valiéndose de la tecnología computacional de información.
- *Reportes:* se generarán los reportes necesarios tanto para la autoridad como para los contratistas. A diferentes niveles, ya sea por actividad, origen, entidad y componente ambiental.
- *Acciones de seguimiento:* retroalimentar al proceso de vigilancia con el análisis de los diferentes reportes, para realizar acciones correctivas en tiempo y forma.
- *Diagnóstico:* creará un repositorio de conocimiento con toda la vasta información que se va obteniendo, para poder monitorear los resultados del programa bajo fundamentos bien determinados.



**Figura VII.3 Elementos de la base de datos para almacenar y procesar el catálogo de entidades y componentes ambientales**





### VII.3 Conclusiones

Desde el punto de vista económico, de acuerdo con el estudio del mercado eléctrico, se ha estimado que el sistema eléctrico nacional tendrá un crecimiento promedio anual de 5,8 % durante el periodo 1998-2007, por lo que el proyecto La Venta II, contribuirá a satisfacer parte de la creciente demanda de energía tanto regional, como nacional.

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se beneficiará la población cercana al proyecto por la derrama económica que se tendrá debido a la utilización de mano de obra, consumo de alimentos, hospedaje, combustible y materiales para la construcción. Por otro lado, los ejidatarios cuyos terrenos sean ocupados para instalar la infraestructura del proyecto se verán favorecidos con el pago de derechos de exclusividad para la operación del proyecto, lo que les significará ingresos de larga duración.

Desde el punto de vista ambiental, se encontró que el sitio donde se pretende ubicar el P.E. La Venta II, no representa un lugar de alto valor escénico, ya que la vegetación predominante en el predio es de acahual de bosque tropical caducifolio y áreas agropecuarias; se considera que la zona esta muy perturbada.

Sin embargo, es importante mencionar que el sitio propuesto para la construcción y operación del P.E. La Venta II, se sitúa en la convergencia de las rutas migratorias de aves provenientes del Golfo de México y del Pacífico; y que el número elevado de individuos registrado en este y otros trabajos, indican que esta es la zona migratoria de aves más importante a escala mundial. Particularmente, en la zona de estudio se registró durante un día un número estimado de 690 000 individuos, principalmente de tres especies migratorias.



En el presente estudio, los impactos relevantes que se detectaron fueron:

- la afectación al paisaje,
- la pérdida de superficie de acahual de bosque tropical caducifolio y área agropecuaria, lo que a su vez ocasiona una reducción de hábitat para la fauna
- las colisiones de murciélagos y aves con los aerogeneradores

Dentro de los posibles impactos del proyecto se considera a la colisión de aves con los aerogeneradores como el más relevante. Son 13 las especies residentes que potencialmente están en riesgo de colisión, de las cuales el aguililla negra mayor (*Buteogallus urubitinga*), aguililla cola blanca (*Buteo albicaudatus*) y aguililla aura (*Buteo albonotatus*), el gavián pico ganchudo (*Chondrohierax uncinatus*), el milano coliblanco (*Ictinea plumbea*) y el milanocaracolero (*Rostrhamus sociabilis*), están catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT 2001

En el caso de las especies migratorias, son 16 las que corren riesgo de colisión, de las cuales nueve están catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001: el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), los gavilanes migratorio menor (*Accipiter striatus*) y mayor (*Accipiter cooperi*), el milano plumizo (*Ictinea plumbea*), las grandes planeadoras como el aguililla migratoria mayor (*Buteo swansoni*), el aguililla de alas anchas (*Buteo platypterus*), la cigüeña americana (*Mycteria americana*), el milano migratorio (*Ictinea mississippiensis*) y la tijereta (*Elanoides forficatus*). Sobre la afectación a especies migratorias, la experiencia internacional indica que construir centrales eólicas en rutas migratorias es altamente riesgoso. De hecho, una de las recomendaciones del Servicio de Caza y Pesca de los Estados Unidos sugiere no construir centrales eólicas en dichas rutas.

Con los resultados de este trabajo, no es posible determinar con precisión la probabilidad de colisión de aves migratorias con los aerogeneradores. Para ello, sería necesario recabar información durante un lapso mayor de tiempo, que permita conocer el comportamiento de las aves en la zona. Por el momento, sólo existe información de siete aerogeneradores (La Venta I)



que tienen cerca de 10 años de operación y para los cuales no se han registrado colisiones, según las observaciones del personal de CFE. No obstante, dadas las características del P.E. La Venta II (número, altura y disposición de aerogeneradores), y las observaciones realizadas en campo (el número elevado de individuos y la altura y trayectoria de vuelo de las aves), se concluye que el número de colisiones podría ser elevado.

Si bien no es posible establecer en este momento las consecuencias demográficas del número de individuos que se pueden perder, se considera que el costo ambiental sería alto. Lo anterior, en función de la importancia ambiental y social que tienen los procesos migratorios, tanto a escala nacional como internacional.

La construcción y operación del P.E. La Venta II, tendrá una repercusión en los factores físicos, bióticos, y socioeconómicos de la región, como se ha evaluado a lo largo de este estudio. La mayor afectación prevista se presentará en el grupo de las aves, por el riesgo de colisión con los aerogeneradores, las cuales pueden mitigarse parcialmente con las medidas de mitigación expuestas en el capítulo VI de este documento. Estas medidas fueron formuladas considerando las experiencias de otros sitios donde se han instalado este tipo de Centrales. Estas medidas consisten en restringir la altura de los aerogeneradores a no más de 150 m, que éstos sean de estructura tubular y pintarlos e iluminarlos con el fin de que sean visibles para las aves. Además se propuso la instalación de dispositivos anti-percha y disuasores, así como establecer paros en la época de migración con base en un programa de seguimiento de aves. No obstante, se reconoce que dada la magnitud del flujo migratorio y del probable comportamiento inestable de las aves por las condiciones de viento, no se evite totalmente la colisión con los aerogeneradores.

En conclusión, las centrales eólicas son proyectos que no producen emisiones a la atmósfera, no requieren del suministro de agua, combustibles, ni otros insumos y muchas veces no modifican la vocación del suelo, características que los sitúan favorablemente con respecto a otras formas de generación de energía eléctrica. En el otro lado de la balanza, se sabe que estos proyectos tienen un efecto sobre la calidad del paisaje, incrementan los niveles de ruido y ponen en riesgo tanto a



poblaciones de murciélagos como de aves, dadas las frecuencias de choque de estos animales con los aerogeneradores. Este riesgo de colisión resulta mayor cuando las centrales eólicas se sitúan donde existen especies endémicas o rutas de migración. Lo anterior, como se presentó en el Capítulo V, ha llevado a que grupos sociales con intereses de conservación manifiesten su preocupación incluso legalmente, sobre la mortalidad de estos organismos.

La zona del Istmo resulta sumamente atractiva para la instalación de este tipo de centrales, por la disponibilidad del recurso eólico y la necesidad de generar energía eléctrica con fuentes alternas. Sin embargo, en esta zona coinciden especies endémicas de aves y la ruta migratoria más importante a escala mundial de este grupo faunístico. Al respecto, hay que reconocer que en caso de presentarse colisiones de aves o murciélagos con los aerogeneradores, es casi seguro que grupos sociales como los mencionados anteriormente manifiesten su preocupación por estos eventos.

Por otro lado, también hay que señalar que este riesgo de colisión que existe para el P.E. La Venta II, también se percibe para otros proyectos que se planea establecer en la zona del Istmo. Hasta donde se tiene conocimiento, dos de estos proyectos han sido ingresados para su evaluación ante la autoridad ambiental, y al menos uno de ellos ha sido dictaminado favorablemente, estableciendo como una de las condicionantes, obtener mayor información sobre las afectaciones a las aves de la región ([www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)). De lo anterior no sólo se concluye que existe una preocupación por el tema de las aves, sino que además se acepta correr el riesgo que implica construir centrales eólicas en esta zona. Dada la incertidumbre que existe sobre las colisiones, es comprensible tomar esta decisión siempre y cuando se tenga presente que existe el riesgo y que por ello se instrumentarán las mejores medidas de mitigación. El P.E. La Venta II, cumple con esta última condición y prueba de ello es continuar con el seguimiento de las aves a través de un programa específico antes de la construcción, cuando esta se lleve a cabo, y durante la operación del proyecto. En particular, en la primera etapa de este programa (previo a la construcción de la Central) se detectarán zonas con mayor riesgo de colisión, lo que a su vez permitirá proponer la distribución de aerogeneradores menos riesgosa. En la segunda etapa de



seguimiento, se espera obtener la información que indique cuales son los aerogeneradores donde existen más colisiones. Esta información permitirá establecer paros temporales de los aerogeneradores más riesgosos. Cabe señalar que el paro de aerogeneradores es una medida que comparada con otras acciones, ha reducido en mayor grado las colisiones en otros parques eólicos. Se espera que estas medidas, conjuntamente con el resto de las que se presentaron en el documento, sean suficientes para mitigar las colisiones que pudieran llegar a presentarse.



## **VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES**

En el presente capítulo se presenta la relación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información contenida en la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular para el Proyecto Eólico La Venta II. De manera general se describen los puntos especificados en la guía, la información solicitada en cada uno de los puntos se incluye de manera detallada en la sección de capítulos y anexos del documento.

### **VIII.1 Planos de localización**

La información solicitada en este punto ha sido atendida en los capítulos II y IV, cubriendo el total de información solicitada en el apéndice VI específico para el sector eléctrico. La lista de planos se encuentra en el Anexo Cartográfico en la sección de Capítulos de este documento.

### **VIII.2 Fotografías**

El registro fotográfico con la descripción de los aspectos que se consideró importante resaltar de este estudio, se localiza en la sección de Anexos de la presente Manifestación.

### **VIII.3 Videos**

Para el presente proyecto no se consideró necesaria la realización de videos.

### **VIII.4 Listas de flora y fauna**

Las listas de flora y fauna se encuentran en la sección de anexos del Capítulo IV.



### **VIII.5 Otros anexos**

Las copias de los documentos legales, se encuentran en el anexo correspondiente a cada capítulo en el que se solicitan.

#### ***Cartografía consultada***

Para generar y elaborar los mapas y figuras presentes en la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), fue necesario digitalizar la cartografía temática del área en escala 1:250 000, elaborada por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI, 1983).

Todos los atributos de los tipos de vegetación y uso del suelo fueron respetados en lo que se refiere a la toponimia (nombres de los tipos de vegetación y usos), así como en su combinación en el etiquetado de polígonos.

Para la comparación y análisis de la cubierta del suelo se utilizaron Imágenes Landsat TM 7 con fecha de toma 1973, 1984, 2000 y Ortofotos digitales. Estas últimas fueron elaboradas a partir de fotografías aéreas con fecha de vuelo 15 de octubre de 2000 y modelos digitales de elevación (INEGI 1999).

La proyección geográfica de los mapas es la Universal Transversa de Mercator por ser la utilizada por el INEGI, en la escala 1: 50 000, con base en el esferoide de Clarke 1866 y el datum WGS 84. En todos los procesos de generación y edición de mapas se utilizó el programa Arc View GIS 3.2 para PC.

La simulación acerca del impacto visual que causarán los aerogeneradores, se realizó usando el modelo digital de elevación escala 1: 50 000, la ortofoto escala 1: 10 000, y las especificaciones técnicas de los aerogeneradores. Para la simulación se usó el software Arc View 3.2 para PC y la extensión Site Builder 3D.



A continuación se presenta la relación de la cartografía consultada para el proyecto.

### Proyecto Eólico La Venta II

<p>Autor y/o institución que elaboró la fuente original</p>	<p><b>INEGI:</b> Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.  <b>CONABIO:</b> Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.  <b>NASA:</b> National Aeronautics and Space Administration</p>
<p>Escalas de la fuente original</p>	<p>1: 50 000  1:250 000  1:1000 000</p>
<p>Clave, nombre y año de impresión de las cartas digitalizadas</p>	<p><i>Topográfica</i>  E15C64, INEGI, 1983; Segunda Impresión 2000.</p> <p><i>Vegetación y uso del suelo</i>  E15-10 D15-1, Juchitán, INEGI,1983; Segunda Impresión 2000.</p> <p><i>Geología</i>  E15-10 D15-1, Juchitán, INEGI,1983; Segunda Impresión 2000.</p> <p><i>Edafología</i>  E15-10 D15-1, Juchitán, INEGI,1983; Segunda Impresión 2000.</p> <p><i>Hidrología superficial</i>  E15-10 D15-1, Juchitán, INEGI,1983; Segunda Impresión 2000.</p> <p><i>Hidrología subterránea</i>  E15-10 D15-1, Juchitán, INEGI,1983; Segunda Impresión 2000.</p> <p><i>Climas</i>  Hoja Oaxaca, CONABIO,1999.</p> <p>Landsat image. NASA; 1990 +- 3.  N14 – 15</p> <p><i>Fotografías aéreas</i>  Líneas 405, 406, 407 Foto 12,19,12 ; INEGI, 2000.</p>





### ***Resultados de laboratorio***

No se realizaron análisis de laboratorio para el presente estudio.

### ***Resultados de análisis y/o trabajos de campo***

Los resultados de los trabajos de campo, se encuentran referidos en cada una de las secciones correspondientes del Capítulo IV.

### ***Estudios técnicos***

Las listas florísticas y faunísticas tanto potenciales, como de los registros obtenidos en campo, se encuentran en la sección de Anexos, en el apartado que corresponde a cada capítulo.

### ***Tablas de datos***

Las tablas y cuadros están incluidos en el apartado de resultados de cada uno de los rubros haciendo referencia a la información ahí presentada.

### ***Explicación de modelos matemáticos***

La explicación de modelos matemáticos se menciona en el Capítulo V (Identificación de Impactos) y en la sección de Anexos.

## **VIII.6 Glosario de términos**

El glosario de términos para el presente estudio, se presenta a continuación.



## GLOSARIO

### Geología y suelo

**Basalto.** Roca ígnea de grano fino que forman los escurrimientos de lava o intrusiones menores, compuesta por plagioclasa, augita y magnetita, pudiendo contener olivina.

**Capacidad de intercambio catiónico.** Potencial total de los suelos para adsorber cationes, expresado en miligramos equivalentes por 100 g de suelo.

**Cuarzo (SiO<sub>2</sub>).** Es el más común de los minerales formadores del suelo, por ser muy duro y tener baja solubilidad. Constituye alrededor del 13 % de la corteza terrestre y en un suelo promedio puede constituir del 30 al 40 %. El cuarzo no contribuye con nutrientes de las plantas en el suelo. Sílice cristalizado que se encuentra en numerosas rocas (granito, arena, etc.).

**Feldespatos.** Silicato de alúmina y potasio, sodio, calcio o bario que forma parte de muchas rocas eruptivas (ígneas).

**Gneiss.** Roca metamórfica de grano grueso listada, formada predominantemente por feldespatos alcalinos y cuarzo, con biotita y moscovita y en ocasiones hornblenda.

**Material parental.** Estado original del suelo. El material inferior relativamente inalterado de los suelos a menudo es similar al material del que se han formado los horizontes de arriba.

**Rocas metamórficas.** Son rocas ígneas o sedimentarias que han sufrido una transformación (metamorfismo) por el calor interno, presión y penetración de fluidos, sin llegar a fundirse. Se forman en lo profundo de la corteza, especialmente en zonas donde se desarrollan montañas y posteriormente quedan expuestas por la erosión. La mayoría son duras y, a excepción del mármol, químicamente resistentes.

**Saturación de bases.** Grado en que los sitios de intercambio de un material están ocupados por cationes básicos intercambiables. Se expresa como porcentaje de la capacidad de intercambio catiónico.



## Vegetación

**Acahual.** Nombre común que se da a las asociaciones vegetales que se desarrollan en algunas zonas de cultivos y pastoreo cuando son abandonadas.

**Arbusto.** Forma de vida vegetal que se caracteriza por tener varios tallos leñosos surgiendo desde el nivel del suelo con una copa que puede ser extendida o no. Generalmente menor de 3 metros de altura total.

**Caducifolias.** Que pierden totalmente sus hojas en una época del año.

**Cercas vivas.** Son cercados que se hacen a partir de troncos, los cuales echan raíces y se desarrollan formando un nuevo árbol, lo que favorece la posterior presencia de otras especies de arbustos y herbáceas.

**Endémica.** Especie que se presenta en una zona restringida de distribución natural.

**Especie.** Grupo de plantas con características morfológicas muy similares entre sí, especialmente compatibles entre sí para la reproducción exitosa, produciendo descendencia fértil.

**Nativa.** Planta propia del sitio, que crece espontáneamente y que se reproduce sin intervención humana por encontrarse ecológicamente bien adaptada. Sinónimos: autóctona, indígena.

**Pastizal.** Sitios dominados por pastos (gramíneas) que aparecen sin o con la intervención del hombre.

**Sucesión ecológica.** Proceso natural que se presenta en un área mediante el cual la composición de especies en un sitio cambia; esto sucede generalmente cuando se abren claros en la selva.

## Fauna

**CITES.** Su nombre proviene de sus siglas en inglés que significan Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Es un organismo internacional que se encarga de legislar el comercio de especies de fauna y flora silvestre, incluyendo a especies que se encuentran en peligro de extinción.

**Corredores.** Áreas de anchura reducida y longitud varias veces mayor que la anchura que facilitan el movimiento de los individuos entre hábitat. Generalmente están cubiertas por vegetación.



**Depredación.** Actividad mediante la cual un individuo (depredador) captura, mata y consume a otro individuo (presa) con el fin de alimentarse.

**Distribución potencial.** Es la extensión de terreno que las especies tienen la capacidad de habitar, con base en su capacidad de adaptación a diferentes condiciones climáticas. La distribución real o verificada generalmente es menor que la potencial.

**Especie amenazada.** Aquellas especies, o poblaciones de las mismas, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones. (Esta categoría coincide parcialmente con la categoría vulnerable de la clasificación de la IUCN) (NOM-059-SEMARNAT-2001).

**Especie en peligro de extinción.** Aquellas especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros. (Esta categoría coincide parcialmente con las categorías en peligro crítico y en peligro de extinción de la clasificación de la IUCN) (NOM-059-SEMARNAT-2001).

**Especie endémica.** Es aquella que tiene distribución restringida a nivel de región, estado o país.

**Especie migratoria.** Son aquellas especies que realizan grandes desplazamientos, generalmente los hacen en búsqueda de sitios con mejores condiciones para el apareamiento y la reproducción.

**Especie potencial.** Aquella que puede vivir en un área determinada de acuerdo con sus requerimientos de hábitat y a las condiciones del sitio, y puede o no estar registrada en dicho sitio.

**Especie probablemente extinta en el medio silvestre.** Aquella especie nativa cuyos ejemplares en vida libre dentro del territorio nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del territorio mexicano (NOM-059-SEMARNAT-2001).

**Especie residente.** Aquella que realiza movimientos cortos y se mantiene toda su vida en un área determinada.

**Especie sujeta a protección especial.** Aquellas especies o poblaciones que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas. (Esta categoría puede incluir a las categorías de menor riesgo de la clasificación de la UICN) (NOM-059-SEMARNAT-2001).



**Especies invasoras exóticas.** Especies que llegan a habitar un sitio en el cual antes no se encontraban, en general esta actividad es inducida por el hombre (Ej. la propagación del gorrión inglés en ambientes urbanos, y del pasto *Rhynchelitrum repens* por las carreteras de México).

**Fragmentación del hábitat.** Proceso mediante el cual el hábitat es perturbado por la acción del hombre, pierde su interconectividad y superficie, por lo tanto grandes áreas de vegetación se convierten en áreas más pequeñas rodeadas por una matriz de paisaje agrícola o urbano.

**Hábitat.** Es un área que tiene una combinación de recursos como el alimento y el agua, así como de factores ambientales como la temperatura y la precipitación pluvial, que favorecen la presencia de individuos de una especie.

**Herpetofauna.** Nombre que se le da al conjunto de especies de anfibios y reptiles que habitan un área determinada.

**Liberación “*In situ*”.** Liberación de un individuo en su hábitat natural.

**Percha.** Son todos aquellos sitios que sirven para el descanso temporal de las aves, como pueden ser ramas, postes de luz, cables eléctricos.

**Riqueza de especies.** Es el número de especies de un grupo de interés que habitan un área determinada.

**Trampas Sherman.** Trampas de aluminio que son cebadas y se utilizan para la captura sin daño de pequeños mamíferos o micromamíferos, principalmente.

**Trampas Tomahawk.** Trampas hechas a base de una rejilla de tubos que se utilizan para atrapar mamíferos medianos y grandes vivos, sin causarles lesión alguna.

## Impactos

**Ambiente.** Para efecto de este trabajo este término se usará como sinónimo de “medio ambiente”, y se define como sigue: Es el conjunto de elementos físicos, bióticos, económicos y sociales así como el sistema de interrelaciones que existen en el entorno de la zona o región en estudio.

**Amenaza.** Factor de tensión ambiental ajeno al proyecto.



**Biodiversidad.** Es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie entre las especies y de los ecosistemas.

**Componentes ambientales críticos.** Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

**Componentes ambientales relevantes.** Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto – ambiente previstas.

**Daño a los ecosistemas.** Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

**Daño ambiental.** Es un tipo de daño a los ecosistemas, generalmente a consecuencia de alguna acción contaminante.

**Desequilibrio ecológico grave.** Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

**Duración del impacto.** El tiempo de permanencia del impacto expresado en años.

**Fragilidad.** Característica intrínseca de las unidades ambientales que refleja su resistencia a fuentes de disturbio (amenazas e impactos). La fragilidad se valora cualitativamente considerando el esfuerzo que es necesario aplicar para destruir la unidad ambiental en una hectárea.

**Impacto ambiental.** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

**Impacto ambiental acumulativo.** El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares, ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

**Impacto ambiental residual.** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.



**Impacto ambiental significativo o relevante.** Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

**Irreversible.** Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutará la acción que produce el impacto.

**Magnitud del impacto.** Medida relativa del cambio que experimenta cada componente relevante al ejecutarse el proyecto con relación al valor que presenta dicho componente en el área de influencia.

**Medidas de mitigación.** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente, para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales, antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

**Medidas de prevención.** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

**Naturaleza del impacto.** Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

**Reversibilidad.** Ocurre cuando la alteración causada por las acciones del proyecto sobre algún componente ambiental puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales y de los mecanismos de autodepuración del medio.

**Sistema ambiental:** Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

**Unidad ambiental:** Parte de un sistema capaz de operar independientemente, pero caracterizada como parte integral de un sistema.

**Vegetación original:** Vegetación presente en un área dada y tiempo en particular, que no ha sido modificada por la acción del hombre.

**Vulnerabilidad.-** Exposición de las unidades ambientales a fuentes de disturbio potenciales tanto naturales como de origen antrópico.



## BIBLIOGRAFÍA

### Capítulo II. Descripción del proyecto

C.F.E. 2002. Manual de procedimientos administrativos. Capítulo 11. Seguridad e Higiene en el Trabajo. Comisión Federal de Electricidad, Subdirección de Distribución. 167 p.

### Capítulo III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos en materia ambiental

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Arriaga, L., V. Aguilar, J. Alcocer, R. Jiménez, E. Muñoz y E. Vázquez (coordinadores). 2000. Regiones hidrológicas prioritarias. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Diario Oficial de la Federación. 1996. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y sus reglamentos.

Gobierno del Estado de Oaxaca. 1963. Ley de Planificación y Urbanización del Estado de Oaxaca. Periódico Oficial del Estado No. 34 del 24 de agosto de 1963.

Gobierno del Estado de Oaxaca. 1998. Ley del Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Oaxaca, 10 de octubre de 1998. Gobierno del Estado de Oaxaca. 1999. Plan Estatal de Desarrollo 1998-2004. Versión electrónica: <http://www.oaxaca.gob.mx/coplade/pagina/html/documentos/PED/ped.htm>

Gobierno del Estado de Oaxaca. 2003. Proyecto Diagnóstico Ordenamiento. Versión electrónica: <http://oaxaca.oaxaca.gob.mx/coplade/>

PCERS. 2003. Programa para el control de la erosión y restauración de suelos de Oaxaca. Versión electrónica: <http://www.laneta.apc.org/pcers/>

Presidencia de la República. 2001. Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006. Versión electrónica. <http://presidencia.gob.mx/pnd/>





SEMARNAT. 2001. Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Versión electrónica: <http://148.233.168.204/comunicacionsocial/informe2.shtml>

SEMARNAT. 2002. Programas de Desarrollo Regional Sustentable (Proders). Versión electrónica: [http://www.semarnat.gob.mx/oaxaca/oaxaca03/2semarnat\\_oaxaca/proders\\_2002.shtml](http://www.semarnat.gob.mx/oaxaca/oaxaca03/2semarnat_oaxaca/proders_2002.shtml)

Las Normas Oficiales Mexicanas fueron consultadas en los siguientes sitios de internet

<http://www.profepa.gob.mx>

<http://www.sct.gob.mx>

<http://www.semarnat.gob.mx>

<http://www.ssa.gob.mx>

<http://www.stps.gob.mx>

## Capítulo IV. Descripción del sistema ambiental

### *Clima*

CFE. 2000. *Observaciones meteorológicas (información inédita)*. Registros meteorológicos de diversas estaciones en la República Mexicana. Comisión Federal de Electricidad.

CFE. 2003. *Datos horarios del viento para 1999 de la estación La Venta, Oaxaca (información inédita)*. Comisión Federal de Electricidad.

CNA. 1980. *Normales Climatológicas 1941-1970 de Chicapa y Unión Hidalgo, Oaxaca*. Servicio Meteorológico Nacional, Comisión Nacional del Agua.

Coplade-Oaxaca. 2003. Pagina internet del Comité Estatal de Planeación del estado de Oaxaca. <http://oaxaca.oaxaca.gob.mx/coplade/pagina/html/cartografia/cartografia.htm>.

CONAE, 2003. *Recurso Eólico en el Corredor del Istmo: Datos preliminares (Marzo de 2003)*. Comisión Nacional para el Ahorro de la Energía. <http://www.conae.gob.mx/wb/distribuidor.jsp?seccion=2085>.

Fuentes, O., M. T. Vázquez. 1997. *Probabilidad de presentación de ciclones tropicales en México*. Cuadernos de Investigación 42, CENAPRED. 37 pp.



- García, E. 1988. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. 217 pp. México.
- García, E. 1997. *Mapas de climas 1:1 000 000* (clasificación Köppen modificado por E. García). Hojas Chiapas. CONABIO.
- Hernández, E., A. Tejada y S. Reyes. 1991. *Atlas Solar de la República Mexicana*. Col. Textos Universitarios. Universidad Veracruzana – Universidad de Colima. 155 pp.
- IMTA-CNA. 1996. *CD-ERIC: Extractor Rápido de Información Climática*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua- Comisión Nacional del Agua. CD-ROM.
- Unisys. 2003. Unisys Weather – Hurricane. <http://weather.unisys.com/hurricane/index.html>.

### ***Geología y geomorfología***

- Carranza-Edwards, A. 1980. Ambientes Sedimentarios Recientes de la Llanura Costera Sur del Istmo de Tehuantepec. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*, UNAM. Vol. 7, No. 2.
- Ferrusquía, I. 1998. *Geología de México: una sinopsis*. p. 3-108. Publicado en: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (compiladores), 1998. *Diversidad Biológica de México*. Instituto de Biología UNAM. 792 pp.
- INEGI. 1984. Carta Geológica Escala 1:250 000. E15-10 D15-1. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
- SSN-UNAM. Consulta electrónica del Boletín Sismológico. Servicio Sismológico de la UNAM. <http://www.ssn.unam.mx/SSN/datos.html>.
- Velásquez, L, A. Ordaz, 1993-1994. *Provincias Hidrogeológicas de México*. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Tomo LII. Núm. 1-2. p. 15-33.
- Zepeda, O., S. González (Editores). 2001. *Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres de México*. *Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana*. Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). 225 pp.

### ***Suelo***

- FAO-UNESCO. 1990. Mapa mundial de suelos – leyenda revisada. Informes sobre recursos mundiales de suelos 60. FAO – UNESCO – ISRIC. 142 pp.



INEGI. 1983. Carta Edafológica Escala 1:250 000. Hoja: E15-10 D15-1. (2ª Impresión 2000). Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.

Martínez, L. J. Sandoval, A. Aguirre. 1999. Glosario de la Ciencia del Suelo. Universidad de Guadalajara. 167 pp.

Valencia, C., A. Hernández. 2002. Muestreo de Suelos, Preparación de Muestras y Guía de Campo. UNAM-Cuatitlán. 131 pp.

### ***Hidrología***

Arriaga, L., E. Vázquez, J. González, R. Jiménez, E. Muñoz, V. Aguilar (coordinadores). 1998. *Regiones marinas prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México. <http://www.conabio.gob.mx>.

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Esc. 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México. <http://www.conabio.gob.mx>.

Arriaga, L., V. Aguilar, J. Alcocer. 2002. *Agua continentales y diversidad biológica de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. <http://www.conabio.gob.mx>.

CNA. 2003. Programa Hidráulico Regional 2002-2006 Región V Pacífico Sur. México. 237 pp. <http://www.cna.gob.mx>.

INEGI. 1984. *Carta Hidrológica de Aguas Superficiales 1:250 000*. (Hoja: E15-10 D15-1). Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.

INEGI. 1984. *Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas 1:250 000*. (Hoja: E15-10 D15-1). Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.

Sánchez M., R. E. Arteaga, A. Reyes, O. Arana. 2000. Diagnóstico Técnico Económico del Módulo de Riego No. 7 “Espíritu Santo” La Venta-Unión Hidalgo, Oaxaca. X Congreso Nacional de Irrigación. Simposio 5. ANEI, A.C.

Velásquez, L, A. Ordaz, 1993-1994. Provincias Hidrogeológicas de México. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Tomo LII. Núm. 1-2. p. 15-33.



*Vegetación terrestre*

- Acevedo, R. y J. L. Martínez. 1995. Opiliaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 84. 6 p.
- Avendaño, S. 1989. Base de Datos de las Plantas Útiles de México. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Ver.
- Avendaño, S. 1999. Loasaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 110. 27 p.
- Braun-Blanquet, J. J. 1932. *Plant sociology, the study of plant communities*. Hafner Pub. Co. New York.
- Bravo-Hollis, H. 1978. Las Cactáceas de México. Vol I. Universidad Nacional Autónoma de México. 743 p.
- Bravo-Hollis, H y H. R. Sánchez-Mejorada. 1978. Las Cactáceas de México. Vol. II. Universidad Nacional Autónoma de México. 404 p.
- Bravo-Hollis, H. 1991. Las Cactáceas de México. Vol. III. Universidad Nacional Autónoma de México. 643 p.
- Castillo-Campos, G. y J. Becerra. 1996. Cochlospermaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 95. 11 p.
- Castillo-Campos, G., M. E. Medina y S. Hernández. 1998. Theophrastaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 103. 16 p.
- Fay, J. J. 1980. Nyctaginaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 13. 54 p.
- Fernández, N. R. 1986. Rhamnaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 50. 63 p.
- Flores, A. y G. I. Manzanero. 1999. Los tipos de vegetación del estado de Oaxaca. En: *Vegetación y Flora*. M. A. Vásquez Dávila (Ed.). Sociedad y Naturaleza en Oaxaca 3. Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca, México. Pp. 7-45.
- Ford, D. 1986. Portulacaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 51. 38 p.
- Fryxell, P. 1992. Malvaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 68. 255 p.
- Gama, C. L., H. Narave y N. P. Moreno. 1985 Turneraceae. Flora de Veracruz. Fascículo 47. 17 p.



- Gentry, H. S. 1982. *Agaves of Continental North America*. The University of Arizona Press. Tucson, Arizona. 670 p.
- Gentry, A. H. 1982. *Bignoniaceae*. *Flora de Veracruz*. Fascículo 24. 222 p.
- Graham, A. S. 1991. *Lythraceae*. *Flora de Veracruz*. Fascículo 66. 94 p.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), (1983). "Carta de uso del suelo y vegetación. E15-10. Escala 1: 250 000.
- Martínez-García, J. 1984. *Phytolaccaceae*. *Flora de Veracruz*. Fascículo 36. 41 p.
- Mc Vaugh, R. 1983. *Flora Novo-Galiciana. A Descriptive Account of the Vascular Plants of Western Mexico*. Vol. 14. *Gramineae*. Ann Arbor The University of Michigan Press. 436 pp.
- Mc Vaugh, R. 1984. *Flora Novo-Galiciana. A Descriptive Account of the Vascular Plants of Western Mexico*. Vol. 12. *Compositae*. Ann Arbor The University of Michigan Press. 1157 pp.
- Mc Vaugh, R. 1987. *Flora Novo-Galiciana. A Descriptive Account of the Vascular Plants of Western Mexico*. Vol. 5. *Leguminosae*. Ann Arbor The University of Michigan Press. 768 pp.
- Nash, D. L. y M. Nee. 1984. *Verbenaceae*. *Flora de Veracruz*. Fascículo 41. 154 p.
- Nash, D. L. y N. P. Moreno. 1981. *Boraginaceae*. *Flora de Veracruz*. Fascículo 18. 149 p.
- Nee, M. 1993. *Cucurbitaceae*. *Flora de Veracruz*. Fascículo 74. 133 p.
- Nee, M. 1999. *Flacourtiaceae*. *Flora de Veracruz*. Fascículo 111. 79 p.
- Nee, M. 1984. *Salicaceae*. *Flora de Veracruz*. Fascículo 34. 24 p.
- Nee, M. 1986. *Solanaceae I*. *Flora de Veracruz*. Fascículo 49. 187 p.
- Nee, M. 1993. *Solanaceae II*. *Flora de Veracruz*. Fascículo 72. 158 p.
- Nee, M. 1984. *Ulmaceae*. *Flora de Veracruz*. Fascículo 40. 38 p.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Editorial LIMUSA, S.A. México. 431 p.



- Rzedowski, J. 1979. Deterioro de la Flora. Memorias del Simposio sobre problemas ambientales en México. COPEA, ENCB, IPN. 5157 p.
- Rzedowski, J. y G. Calderón. 1996. Burseraceae. Flora de Veracruz. Fascículo 94. 37 p.
- Sánchez-Sánchez, M. 1996. Olacaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 93. 15 p.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. Diario Oficial de la Federación, 6 de marzo de 2002.
- Sosa, V., B. Schubert y A. Gómez-Pompa. 1987. Dioscoreaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 53. 46 p.
- Standley, P. C. y J. A. Steyermark. 1958. Flora of Guatemala. Vol. 24 (I). Fieldiana Botany. 478 p.
- Standley, P. C. y J. A. Steyermark. 1955. Flora of Guatemala. Vol. 24 (II). Fieldiana Botany. 389 p.
- Standley, P. C. y J. A. Steyermark. 1952. Flora of Guatemala. Vol. 24 (III). Fieldiana Botany. 432 p.
- Standley, P. C. y J. A. Steyermark. 1946. Flora of Guatemala. Vol. 24 (IV). Fieldiana Botany. 493 p.
- Standley, P. C. y J. A. Steyermark. 1946. Flora of Guatemala. Vol. 24 (V). Fieldiana Botany. 502 p.
- Standley, P. C. y J. A. Steyermark. 1949. Flora of Guatemala. Vol. 24 (VI). Fieldiana Botany. 440 p.
- Standley, P. C. y J. A. Steyermark. 1961. Flora of Guatemala. Vol. 24 (VII). Fieldiana Botany. 570 p.
- Standley, P. C. y J. A. Steyermark. 1966. Flora of Guatemala. Vol. 24 (VIII). Fieldiana Botany. 474 p.
- Standley, P. C. y J. A. Steyermark. 1970. Flora of Guatemala. Vol. 24 (IX). Fieldiana Botany. 423 p.
- Standley, P. C. y J. A. Steyermark. 1974. Flora of Guatemala. Vol. 24 (X). Fieldiana Botany. 476 p.



Standley, P. C. y J. A. Steyermark. 1975. Flora of Guatemala. Vol. 24 (XI). Fieldiana Botany. 435 p.

Standley, P. C. y J. A. Steyermark. 1976. Flora of Guatemala. Vol. 24 (XII). Fieldiana Botany. 603 p.

### ***Fauna terrestre***

Álvarez del Toro, M. 1982. Los Reptiles de Chiapas. Instituto de Historia Natural del Estado de Chiapas. 3a. Ed. 248 p.

AOU. 2003. (American Ornithologists' Union). 2003. Checklist of North American birds. 7th ed. American Ornithologists' Union. Washington, D.C.

Aranda, M. e I. March. 1987. Guía de los mamíferos silvestres de Chiapas. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Programa para Estudios en Conservación Tropical. Universidad de Florida. Xalapa, Veracruz, México. 149 p.

BCI, 2003. Bat Species: U.S. Bats. <http://www.batcon.org/discover/species/usspecies.html>

Bevanger, K. 1994. Bird interactions with utility structures: collision and electrocution, causes and mitigating measures. Ibis, 136:412-425.

Bevanger, K. 1998. Biological and conservation aspect of bird mortality caused by electricity power lines: a review. Biological Conservation, 86:67-76

Campbell, A. J. and W. W. Lamar. 1989. The Venomous Reptiles of Latin America. Comostock, Cornell University Press Ithaca and London. 425 p.

Casas-Andreu, G., F. R. Méndez de la Cruz, y J. L. Camarillo. 1996. Anfibios y reptiles de Oaxaca. Lista, distribución y conservación. Acta Zool. Mex., 69, 1-35.

CITES. 2003. Lista de las especies CITES. Secretaría de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, Comisión Europea & Joint Nature Conservation Comité. Ginebra, Suiza. 312 p.  
[http://www.cites.org/eng/append/latest\\_appendices.shtml](http://www.cites.org/eng/append/latest_appendices.shtml)

CONABIO. 1997. Guías de aves canoras y de ornato.

CONABIO. 2003. AICAS. Lista de aves de la reserva de la biosfera de Sierra Gorda en el estado de Querétaro.. <http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/c-41.html>.



- CONABIO. 2003. Aicas. Lista de aves de Tlachinol en el estado de Hidalgo. <http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/c-41.html>.
- Eisenberg, J. F. 1989. Mammals of the Neotropics. Volume 1: The Northern Neotropics: Panama, Colombia, Venezuela, Guyana, Suriname, French Guiana. 550pp.
- Emmons L. H., & F. C. Feer. 1996. Neotropical Rainforest Mammals: A Field Guide The University of Chicago Press.
- Erickson, W.P., G. D. Johnson, D. P. Young, Jr., M. D. Strickland, R.E. Good, M. Bourassa, K. Bay. 2002. Synthesis and Comparison of Baseline Avian and Bat Use, Raptor Nesting and Mortality Information from Proposed and Existing Wind Developments. Publication prepared for Bonneville Power Administration, Portland, Oregon.
- Ernst, C. H. and R. W. Barbour. 1989. Turtles of the World. Smithsonian Institution Press, Washington D.C. 313 p.
- Escalante, P., A. M. Sada, J. R. Gil. 1996. Listado de nombres comunes de las aves de México. Conabio - Sierra Madre. 32 pp
- Flores-Villela, O. and C. J. Coy. 1993. Herpetofauna mexicana. Lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes, y nuevas especies. Carnegie Museum of Natural History. Special Publication No. 17. 73 p.
- Flores-Villela, O. y P. Geréz. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso de suelo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la biodiversidad y Universidad Nacional Autónoma de México. 2da. Ed. 439 p.
- Fujita M. S. y T. H. Kunz, 1984. *Pipistrellus subflavus*. Mammalian Species 228: 1-6.
- García, A. & R. Torres. (en prensa). Estado actual del conocimiento sobre la flora de Oaxaca, Fasc. 1, Inst. Biol., UNAM
- González S. E., R. Dirzo, R.C. Vogt. 1997. Historia Natural de Los Tuxtlas. Instituto de Ecología, UNAM y CONABIO. México, D. F., 647 p.
- Goodwin, G. 1969. Mammals from the state of Oaxaca, Mexico, in the American Museum of Natural History. Bull Amer. Nat. Hist. 141: 1-269.
- Greenberg, R. 1990. Southern Mexico: Crossroads for Migratory Birds. Migratory Bird Center, Washington, DC.





- Hall, E. R. 1981. The mammals of North America. 2nd Ed. Vols. 1 y 2. New York: John Wiley and Sons. 1271 p
- Howell, S. N. G. and S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and northern Central America. Oxford University Press, New York.
- Howell, S.N.G. and Sophie Webb. 1995. A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press Inc., NY.
- Hutto, R. L. 2000. On the importance of en-route periods to the conservation of migratory landbirds. *Studies in Avian Biology* 20:109-114.
- Johnson, G. D. y J. J. Jeffrey. 2003. A summary of bat collision mortality at windplants Western Ecosystems Technology, Inc.
- Jorge I. Zalles and Keith L. Bildstein. 2000. A Global Directory of Raptor Migration Sites compiled
- Kohler, G. and Hasbún, C. R. (2001). A new species of spiny-tailed iguana from Mexico formerly referred to *Ctenosaura quinquecarinata* (Gray 1842) (Reptilia: Sauria: Squamata) *Senckenbergiana Biologica* 81:257-267.
- Kurta y Baker, 1990. *Eptesicus fuscus*. *Mammalian Species* 356:1-10.
- Lee, J. C. 1996. The Amphibians and Reptiles of the Yucatan Peninsula. E.U.A. Comstock Publishing Associates a division of Cornell University Press.
- Medellín, R. A., H. T. Arita y O. Sánchez. 1997. Identificación de los murciélagos de México. Clave de campo. Asociación Mexicana de Mastozoología. Pub. Esp. No. 2. México. 83 p.
- Morse, S.A. and S.K. Robinson. 1999. Nesting success of a migratory songbird in a multiple-use forest landscape. *Conservation Biology* 13:327-337.
- Morton, E.S. 1998. Degradation and signal ranging in birds: memory matters. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 42(2), 135-137.
- National Geographic Society. 1989. Field guide to the birds of North America. National Geographic Society. Washington. 464p.
- Pelcastre V. L. Y O. A. Flores-Villela. 1992. Lista de especies y localidades de recolecta de la herpetofauna de Veracruz, México. *Publ. Esp. Mus. Zool.* 4: 25-96.
- Peterson, R. T. & E.L Chalif. 1989. Aves de México. Guía de campo. Ed. Diana. México. 473 p.



- Peterson, R.T. y E.L. Chalif. 1999. *A Field Guide to Mexican Birds: Mexico, Guatemala, Belize, El Salvador*. Houghton Mifflin Company, Boston. 298 p.
- Petit, L.J., D.R. Petit and T.E. Martin (1995) Landscape-level management of migratory birds: Looking past the trees to see the forest. *Wildlife Society Bulletin* 23, 420–429.
- Rappole, J.H. 1995. *Ecology of migrant birds: a neotropical perspective*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Reid F. A. 1997. *Field Guide to the Mammals of Central America and Southeast Mexico*.
- SEMARNAT. 2002. Norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, 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. Diario Oficial de la Federación. Segunda Sección. 6 de marzo de 2002.
- Sequence Retrieval System (en <http://srs.embl-heidelberg.de:8000/srs5bin/cgi-bin/wgetz?-fun+pagequeryform5+-1+reptilia>).
- Sistema Integrado de Información Taxonómica (en <http://siit.conabio.gob.mx>)
- Smith H. M. and E. H. 1948. An annotated checklist and key to the amphibia of Mexico. *Bull. U. S. Nat. Mus. Bulletin* 194. 118 p.
- Smith H. M. and E. H. 1950. An annotated checklist and key to the reptiles of Mexico exclusive of the Snakes. Smithsonian Institution National Museum. *Bull. U. S. Nat. Mus. Bulletin* 199. 253 p.
- Smith, H. M y E. H Taylor. 1966 *Herpetology of Mexico - Annotated Checklists And Keys To The Amphibians And Reptiles: A Reprint of Bulletins 187, 194 and 199 of the US National Museum with a List of Subsequent 1st ed.* Ashton: Eric Lundberg, 639 p.
- Stattersfield, A.J. J. Michael J. Crosby, A J. Long, and D. C. Wege. 1998. *Endemic Bird Areas of the World. Priorities for Biodiversity Conservation*. Birdlife Conservation Series no. 7. Published by Birdlife International.
- Villa, R. B. y F. A. Cervantes. 2002. *Los mamíferos de México 1.0*. Grupo Editorial Iberoamericano S.A. de C.V. (CD).
- Wake, M.H. 1998. "*Dermophis oaxacae* (Mertens)." *Catalogue of American Amphibians and Reptiles*.
- Wilkins, K. T. 1989. *Tadarida brasiliensis*. *Mammalian Species* 331: 1-10.



Zug, G.R., L. J. Vitt & J. P. Caldwell. 2001. Herpetology. Academic Press San Diego, London. 2a. Ed. (en <http://www.embl-heidelberg.de/~uetz/families/taxa.html#Ser>)

### **Medio socioeconómico**

WI/IE/FMDR 2003. *Información sobre arrendamiento de tierras y potencial de generación de empleos relacionados con el desarrollo de proyectos eoléctricos en México*. Elaborado para USAID/México y Gobierno del Estado de Oaxaca. 67 pp.

### **Diagnóstico ambiental**

Goulder, L. H. and D. Kennedy. 1997. Valuing Ecosystem Services: Philosophical Bases and Empirical Methods. In: Daily, G. C (ed.). *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, Washington, D.C. pp 23-47.

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Editorial LIMUSA, S.A. México. 431 p.

Stattersfield, A.J., M.J.Crosby, A.J. Long. and D.C. Wege. 1998. *Endemic Bird Areas of the World. Priorities for Biodiversity Conservation*. BirdLife International. Cambridge, UK.

## **Capitulo V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales**

2003. <http://www.aeroenergia.com/ecologia.htm>

Benner, J.H.B., J.C. Berkhuizen, R.J. de Graaff, and A.D. Postma. 1993. *Impact of wind turbines on birdlife*. Final report No. 9247. Consultants on Energy and the Environment, Rotterdam, The Netherlands.

California Energy Commission. 2002. *A road map for PIER research Avian collision with wind turbines in California*. California Energy Commission, Sacramento. Prepared by D. Sterner.



- Crockford, N. J. 1992. *A review of the possible impacts of windfarms on birds and other wildlife*. Joint Nature Conservation Committee, JNCC report no. 27, Peterborough, United Kingdom.
- Chelton, D.B., M.H. Freilich, S.K. Esbensen. 2003. *Satellite Observations of the Wind Jets off Central America*. <http://www.oce.orst.edu/po/research/windjets/index.html>.
- Estep, J. 1989. *Avian mortality at large wind energy facilities in California: identification of a problem*. Staff report no. P700-89-001. California Energy Commission, Sacramento.
- Howell, J.A. 1997. *Avian Mortality at rotor-swept area equivalents, Altamont Pass and Montezuma Hills, Calif. Transactions of the Western Section of the Wildlife Society* 33: 24–29.
- Howell, J.A. and J. Noone. 1992. *Examination of avian use and mortality at a U.S. Windpower wind energy development site, Montezuma Hills, Solano County, California*. Final report. Prepared for Solano County Department of Environmental Management, Fairfield, Calif.
- Howell, J.A. and J.E. Didonato. 1991. *Assessment of avian use and mortality related to wind turbine operations, Altamont Pass, Alameda and Contra Costa Counties, California, September 1998 through August 1989*. Final report submitted to U.S. Windpower, Inc., Livermore, Calif.
- Hunt, W.G. 2002. *Golden eagles in a perilous landscape: predicting the effects of mitigation for wind turbine blade-strike mortality*. California Energy Commission Report #P500-02-043F. Sacramento, California. 50 pp.
- Kenetech Windpower, Inc. 1995. *Avian research task force public meeting*. Meeting notes. Pleasanton, Calif. 88 pp.
- Lagares. 2003. <http://eahuesca.solidaragon.org/energia/otus3.doc>
- McCrary, M.D., R.L. McKernan, and R.W. Schreiber. 1986. *San Gorgonio wind resource area: Impacts of commercial wind turbine generators on birds, 1985 data report*. Prepared for Southern California Edison Company. 33pp.
- McCrary, M.D., R.L. McKernan, W.D. Wagner, and R.E. Landry. 1984. *Nocturnal avian migration assessment of the San Gorgonio Wind Resource Study area, fall 1982*. Prepared for Southern California Edison Company. 87 pp.
- Moragues, J. Y A. Rapallini. 2003. *Energía eólica*. Instituto Argentino de la Energía “General Mosconi”. Argentina.



- Orloff, S. and A. Flannery. 1992. *Wind turbine effects on avian activity, habitat use, and mortality in Altamont Pass and Solano County WRAs*. Prepared by BioSystems Analysis, Inc., Tiburon, Calif., for the California Energy Commission, Sacramento.
- Orloff, S. and A. Flannery. 1996. *A continued examination of avian mortality in the Altamont Pass Wind Resource Area*. Final Report to the California Energy Commission by BioSystems Analysis, Inc., Tiburon, Calif.
- Rogers, S. E., B. W. Cornaby, C. W. Rodman, P. R. Sticksel, and D. A. Tolle. 1976. *Evaluation of the potential environmental effects of wind energy system development*. Battelle Columbus Laboratories, Columbus, Ohio. 71 pp.
- Romero-Centeno R., J. Zavala-Hidalgo, A. Gallegos, J. O'Brien. 2003. Isthmus of Tehuantepec Wind Climatology and ENSO signal. *Journal of Climate* 16: 2628-2639.
- Schultz, D. M. 2003. Current research interests: cold surges. <http://www.cimms.ou.edu/~schultz/pecer.shtml>.
- Schultz, D. M., W. E. Bracken, L. F. Bosart, G. J. Hakim, M. A. Bedrick, M. J. Dickinson, K. R. Tyle. 1997. The 1993 Superstorm cold surge: Frontal structure, gap flow, and tropical impact. *Monthly Weather Review* 125: 5-39.
- Steenburgh, W. J., Schultz, D. M., B. A. Colle. 1998. The structure and evolution of gap outflow over the Gulf of Tehuantepec, Mexico. *Monthly Weather Review* 126: 2673-2691.
- Thelander, C.G. and L. Ruge. 2000. Bird risk behaviors and fatalities at the Altamont Wind Resource Area. Pages 5–14 in *Proceedings of the National Avian-Wind Power Planning Meeting III*. National Wind Coordinating Committee/RESOLVE. Washington, D.C.
- Thelander, C.G. and L. Ruge. 2001. Examining bird risk behaviors and fatalities at the Altamont Wind Resource Area: a second year's progress report Pages 5–14 in *Proceedings of the National Avian-Wind Power Planning Meeting IV* Carmel, Calif., May 16–17, 2000. Prepared for the Avian Subcommittee of the National Wind Coordinating Committee, by RESOLVE, Inc., Washington, D.C., Susan Savitt Schwartz, ed., 179p.
- Trasviña, A., E. D. Barton, H. S. Vélez, J. Brown. 2003. Frontal subduction of a cool surface water mass in the Gulf of Tehuantepec, Mexico. *Geofísica Internacional*, 42 (1):101-114.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 2003. *Service Interim Guidance on Avoiding and Minimizing Wildlife Impacts from Wind Turbines*. Washington DC



Winkelman, J. 1992. *The impact of the SEP wind park near Oosterbierum (Fr.), the Netherlands, on birds, 2: nocturnal collision risks* (Dutch, English summary). RIN-report 92/3, DLOInstitute for Forestry and Nature Research, Arnhem.

Winkelman, J.E. 1995. Bird/wind turbine investigations in Europe. Pages 43–48 in *Proceedings of the National Avian-Wind Power Planning Meeting, Denver Colorado, July 20–21, 1994*. Proceedings prepared by LGL Ltd., environmental research associates, King City, Ontario. 202 pp.

### **Anexo V.1.**

Chelton, D.B., M.H. Freilich, S.K. Esbensen. 2003. Satellite Observations of the Wind Jets off Central America. <http://www.oce.orst.edu/po/research/windjets/index.html>.

Romero-Centeno R., J. Zavala-Hidalgo, A. Gallegos, J. O'Brien. 2003. Isthmus of Tehuantepec Wind Climatology and ENSO signal. *Journal of Climate* 16: 2628-2639.

Steenburgh, W. J., Schultz, D. M., B. A. Colle. 1998. The structure and evolution of gap outflow over the Gulf of Tehuantepec, Mexico. *Monthly Weather Review* 126: 2673-2691.

Schultz, D. M., W. E. Bracken, L. F. Bosart, G. J. Hakim, M. A. Bedrick, M. J. Dickinson, K. R. Tyle. 1997. The 1993 Superstorm cold surge: Frontal structure, gap flow, and tropical impact. *Monthly Weather Review* 125: 5-39.

Schultz, D. M. 2003. Current research interests: cold surges. <http://www.cimms.ou.edu/~schultz/pecer.shtml>.

Trasviña, A., E. D. Barton, H. S. Vélez, J. Brown. 2003. Frontal subduction of a cool surface water mass in the Gulf of Tehuantepec, Mexico. *Geofísica Internacional*, 42 (1):101-114.

## **Capítulo VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales**

Gauthreaux, S. A. Jr. and C. G. Belser. 1999. The behavioural responses of migrating birds to different lighting systems on tall towers. In *Proceedings of Avian Mortality at Communications Towers Workshop* (A. Manville, editor), 11 August 1999.



- Hodos, W., A. Potocki, T. Storm and M. Gaffney. 2001. Reduction of motion smear to reduce avian collisions with wind turbines. Pp. 88-105. National Avian-Wind Power Planning Meeting IV, Proceedings. Prepared by Resolve, Inc., Washington DC.
- Kingsley, A. y B. Whittam. 2001. Potential Impacts of Wind Turbines on Birds at North Cape, Prince Edward Island: A report for the Prince Edward Island Energy Corporation. Bird Studies Canada, Atlantic Region. 31 pp.
- Mossop, D.H. 1998. Five years of monitoring bird strike potential at a mountaintop wind turbine, Yukon Territory. CANMET Energy Technology Centre, Energy Technology Branch, Energy Sector, Department of Natural Resources Canada, Ottawa.
- Sterner, D. 2002. A Roadmap for PIER Research on Avian Collisions with Wind Turbines in California. California Energy Commission. 40 pp.



INSTITUTO DE  
ECOLOGIA, A.C.



ANEXOS

---

# ANEXOS





INSTITUTO DE  
ECOLOGIA, A.C.



ANEXOS

---

## **CAPITULO II**

### **Anexo II.1 Proceso constructivo**

### **Anexo II.2. Contenido de los manuales de seguridad e higiene**



## Anexo II.1 Proceso constructivo



**Colocación de los álabes en el campo antes de su instalación**



**Llegada de las torres de los aerogeneradores**



**Colocación del sistema de tierras después de la excavación para cada aerogenerador**



**Excavación de la zapata para cada aerogenerador**



**Montaje de las torres tubulares del aerogenerador**



**Construcción de la zapata, una vez colocado el concreto**



**Armado de la zapata**



**Colocación de cada equipo a un lado de la zapata, se observa que el material de la excavación se utilizó para rellenar el área de la zapata.**



**Montaje de los álabes de los aerogeneradores**



**Montaje de las torres de los aerogeneradores**



**ANEXO II.2. CONTENIDO DE LOS MANUALES DE SEGURIDAD E HIGIENE**

**Í N D I C E**

	<b>PÁGINA</b>
<b>1. ANTECEDENTES</b>	<b>011</b>
<b>2. OBJETIVO</b>	<b>011</b>
<b>3. MARCO LEGAL</b>	<b>011</b>
<b>4. POLÍTICA</b>	<b>012</b>
<b>5. NORMAS</b>	<b>012</b>
5.1 <b>NORMAS GENERALES</b>	<b>012</b>
5.2 <b>DE LOS DEPARTAMENTOS DIVISIONALES DE SEGURIDAD E HIGIENE</b>	<b>013</b>
5.2.1 <b>DE LA DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE EQUIPO DE PROTECCIÓN</b>	<b>014</b>
5.3 <b>PARA LA INVESTIGACIÓN DE INCIDENTES Y ACCIDENTES</b>	<b>014</b>
5.4 <b>DE LAS ACTIVIDADES PROMOCIONALES DE SEGURIDAD E HIGIENE</b>	<b>016</b>
5.5 <b>DE LOS ACCIDENTES EN TRAYECTO</b>	<b>017</b>
5.6 <b>DE LOS ACCIDENTES MORTALES</b>	<b>017</b>
5.7 <b>DE LAS INSPECCIONES</b>	<b>017</b>
5.8 <b>DE LA EVALUACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE SEGURIDAD E HIGIENE</b>	<b>017</b>
5.9 <b>DE LA ASIGNACIÓN DEL GRADO DE RIESGO</b>	<b>018</b>
5.10 <b>DE LA PROTECCIÓN CIVIL</b>	<b>018</b>
5.11 <b>DE LA INFORMACIÓN ESTADÍSTICA</b>	<b>018</b>
5.12 <b>DE LAS RESPONSABILIDADES DE LOS TRABAJADORES</b>	<b>018</b>
5.13 <b>DE LAS COMISIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE</b>	<b>019</b>
<b>6. PROCEDIMIENTOS</b>	<b>020</b>
6.1 <b>PROCEDIMIENTO PARA LA DIFUSIÓN Y APLICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS, INSTRUCTIVOS, REGLAS Y NORMAS</b>	<b>020</b>
6.1.1 <b>GENERALIDADES</b>	<b>020</b>
6.1.2 <b>DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA DIFUSIÓN Y APLICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS, INSTRUCTIVOS, REGLAS Y NORMAS</b>	<b>020</b>
6.1.3 <b>DIAGRAMA DE FLUJO</b>	<b>022</b>
6.1.4 <b>FORMATO PARA EL CONTROL DEL PROGRAMA PARA LA DIFUSIÓN Y APLICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS, INSTRUCTIVOS, REGLAS Y NORMAS</b>	<b>023</b>



## SUBDIRECCIÓN DE DISTRIBUCIÓN

6.1.5	MECANISMOS DE CONTROL	024
6.2	PROCEDIMIENTO PARA MANEJO Y CONTROL DE LAS MEDIDAS PREVENTIVO-CORRECTIVAS (FORMATO No. 13)	025
6.2.1	GENERALIDADES	025
6.2.2	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA EL MANEJO Y CONTROL DE LAS MEDIDAS PREVENTIVO-CORRECTIVAS FORMATO NO.13	025
6.2.3	DIAGRAMA DE FLUJO	028
6.2.4	FORMATO E INSTRUCTIVO DE LLENADO DEL FORMATO DE CONTROL DE MEDIDAS PREVENTIVO-CORRECTIVAS FORMATO NO.13	029
6.2.5	GUÍA PARA LA ASIGNACIÓN DEL GRADO DE RIESGO	031
6.2.6	MECANISMOS DE CONTROL	035
6.3	PROCEDIMIENTOS PARA LA INVESTIGACIÓN E INFORMACIÓN DE INCIDENTES, ACCIDENTES SIN LESIÓN, CON LESIÓN Y MORTALES	036
6.3.1	GENERALIDADES	036
6.3.1.1	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA INVESTIGACIÓN E INFORMACIÓN INCIDENTES	037
6.3.1.2	DIAGRAMA DE FLUJO	038
6.3.1.3	MECANISMOS DE CONTROL	039
6.3.2.1	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA INVESTIGACIÓN E INFORMACIÓN DE ACCIDENTES SIN LESIÓN	040
6.3.2.2	DIAGRAMA DE FLUJO	042
6.3.2.3	MECANISMOS DE CONTROL	044
6.3.3.1	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA INVESTIGACIÓN E INFORMACIÓN DE ACCIDENTES CON LESIÓN (NO MORTAL)	045
6.3.3.2	DIAGRAMA DE FLUJO	048
6.3.3.3	MECANISMOS DE CONTROL	051
6.3.3.4	FORMATO ANÁLISIS DE ACCIDENTE CON LESIÓN NO MORTAL	052
6.3.4.1	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA INVESTIGACIÓN E INFORMACIÓN DE ACCIDENTE MORTAL	057
6.3.4.2	DIAGRAMA DE FLUJO	060
6.3.4.3	MECANISMOS DE CONTROL	062
6.3.4.4	FORMATO ANALISIS DE ACCIDENTE MORTAL	063
6.4	PROCEDIMIENTO PARA INSPECCIONES	071
6.4.1	GENERALIDADES	071
6.4.2	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	071





## SUBDIRECCIÓN DE DISTRIBUCIÓN

6.4.3	DIAGRAMA DE FLUJO	072
6.4.4	FORMATO DE CONTROL DEL PROGRAMA ANUAL DE INSPECCIONES	073
6.4.5	MECANISMOS DE CONTROL	074
6.5	PROCEDIMIENTO PARA ACTIVIDADES PROMOCIONALES	075
6.5.1	GENERALIDADES	075
6.5.2	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	075
6.5.3	DIAGRAMA DE FLUJO	077
6.5.4	MECANISMOS DE CONTROL	078
6.6	PROCEDIMIENTO PARA DETERMINACIÓN DE NECESIDAD Y MANTENIMIENTO DE EQUIPO DE PROTECCIÓN	079
6.6.1	GENERALIDADES	079
6.6.2	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	079
6.6.3	DIAGRAMA DE FLUJO	081
6.6.4	MECANISMOS DE CONTROL	082
6.7	PROCEDIMIENTO PARA LAS VISITAS DE SUPERVISIÓN	083
6.7.1	GENERALIDADES	083
6.7.2	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	083
6.7.3	DIAGRAMA DE FLUJO	089
6.7.4	MECANISMOS DE CONTROL	090
6.8	PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE ACTIVIDADES DE SEGURIDAD E HIGIENE	091
6.8.1	GENERALIDADES	091
6.8.2	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	091
6.8.3	DIAGRAMA DE FLUJO	093
6.8.4	MECANISMOS DE CONTROL	094
6.8.5	GUIA DE EVALUACIÓN DE ACTIVIDADES DE SEGURIDAD E HIGIENE	095
6.8.6	FORMATOS PARA LA GUIA DE EVALUACIÓN	109
6.8.7	FORMATOS E INSTRUCTIVOS DE LLENADO	125
	• INFORMATICA DE ACCIDENTES DE TRABAJO	126
	• AVISO PARA CALIFICAR POSIBLE RIESGO DE TRABAJO (ST-1)	128
	• DICTAMEN DE ALTA POR RIESGO DE TRABAJO (ST-2)	130
	• DICTAMEN DE INCAPACIDAD PERMANENTE O DE DEFUNCIÓN POR RIESGO DE TRABAJO (ST-3)	131
	• CONTROL DE INFORMES DE ACCIDENTES DE TRABAJO	133
	• CONTROL DE INFORMES DE INCIDENTES DE TRABAJO	134
	• BOLETA DE CONTROL MENSUAL DE ACCIDENTES DE TRABAJO	135



## SUBDIRECCIÓN DE DISTRIBUCIÓN

• ACTA MENSUAL DE LA COMISIÓN DE SEGURIDAD E HIGIENE	136
• GUIA PARA EL LEVANTAMIENTO DE ACTAS ADMINISTRATIVAS CON MOTIVO DE ACCIDENTES DE TRABAJO.	141
• REPORTE DE ACCIDENTE DE TRABAJO STPS (FORMA CM-2)	143
• DATOS ADICIONALES AL REPORTE DE ACCIDENTE DE TRABAJO STPS (FORMA CM-2B)	145
7. GUIA PARA LA ELABORACIÓN DEL PROGRAMA ANUAL DE TRABAJO DE LOS DEPARTAMENTOS DIVISIONALES DE SEGURIDAD E HIGIENE	146
7.1 IDENTIFICACIÓN	146
7.2 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	146
7.3 OBJETIVOS	146
7.4 METAS	147
7.5 ESTRATEGIAS	147
7.6 INSPECCIONES Y SUPERVISIONES	147
7.7 CAPACITACIÓN Y DIFUSIÓN DE LA SEGURIDAD E HIGIENE	147
7.8 VARIOS	147
8. SISTEMA INSTITUCIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL	147
8.1 GENERALIDADES	147
8.2 PROGRAMA INTERNO DE PROTECCIÓN CIVIL	148
8.2.1 SUBPROGRAMA DE PREVENCIÓN	149
8.2.2 SUBPROGRAMA DE AUXILIO	151
8.2.3 SUBPROGRAMA DE RECUPERACIÓN	152
9. COMISIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE	152
10. LIDERAZGO	154
10.1 GENERALIDADES	154
11. INFORMACIÓN ESTADÍSTICA (SISTEMA DE INFORMACIÓN DE ACCIDENTES "WEB/sia")	156
11.1 INTRODUCCIÓN	156
11.2 CONTENIDO	157
11.3 CALCULOS	158
11.4 OBLIGACIONES	162
12. GLOSARIO DE TERMINOS	164
13. ABREVIATURAS	167



## **CAPITULO IV**

### **VEGETACIÓN**

**Anexo IV.2.2.1-1. Lista florística**

**Anexo IV.2.2.1-2. Lista de usos de la vegetación**

### **FAUNA**

**Anexo IV.2.2.2-1. Especies de aves de ocurrencia potencial**

**Anexo IV.2.2.2-2 Especies de aves por tipo de hábitat**

**Anexo IV.2.2.2-3. Lista de mamíferos potenciales y observados**

**Anexo IV.2.2.2-4. Lista de anfibios y reptiles potenciales y observados**



INSTITUTO DE  
ECOLOGIA, A.C.



ANEXOS

---

# VEGETACIÓN



### Anexo IV.2.2.1-1. Lista florística

Los números de las columnas corresponden a los sitios de muestreo. **1.** 1.3 km a SE de la Central piloto, **2.** 4 km al E de El Zapote, **3.** 4.5 km al N de la Central piloto, **4.** 1.8 km al SE de la Central piloto, **5.** 1.6 km al O de Sto. Domingo, **6.** 800 m al NO de la Central piloto.

Familia	Especie	1	2	3	4	5	6
ACANTHACEAE	<i>Averia longipes</i> (Stand.) Leonard.		X				
	<i>Blechnum brownei</i> Juss.	X					
	<i>Bravaisia integerrima</i> (Spreng.) Standl.	X					
	<i>Justicia campechiana</i> Standl. ex Lundell				X		
	<i>Ruellia albicaulis</i> Bertero			X			
	<i>Ruellia nudiflora</i> (Engelm. & A. Gray) Urb.				X	X	
AGAVACEAE	<i>Agave angustifolia</i> Haw.				X	X	
AMARANTHACEAE	<i>Achyranthes aspera</i> L.	X					
	<i>Alternanthera flava</i> ((L.)) Mears				X		
	<i>Gomphrena decumbens</i> Jacq.				X		X
AMARYLLIDACEAE	<i>Crinum erubescens</i> Aiton	X					
ANACARDIACEAE	<i>Amphipterygium adstringens</i> (Schltdl.) Standl.				X	X	
	<i>Rhus trilobata</i> Nutt. ex Torr. & A. Gray.		X			X	
	<i>Spondias mombin</i> L.			X			
ANNONACEAE	<i>Annona</i> sp.			X			
APOCYNACEAE	<i>Alstonia longifolia</i> (A. DC.) Pichon		X				
	<i>Haplophyton cimidum</i> A. DC.	X				X	
	<i>Plumeria rubra</i> L.		X		X		
	<i>Stemmadenia obovata</i> (Hook. & Arn.) K. Schum.			X		X	
	<i>Thevetia ovata</i> (Cav.) A. DC.				X		
ARALIACEAE	<i>Dendropanax</i> sp.			X			
ARECACEAE	<i>Sabal mexicana</i> Mart.					X	X
ASCLEPIADACEAE	<i>Cynanchum racemosum</i> (Jacq.) Jacq.			X	X		
	<i>Gonolobus barbatus</i> Kunth	X				X	
ASTERACEAE	<i>Lagascea mollis</i> Cav.				X		
	<i>Porophyllum punctatum</i> (Mill.) S.F. Blake					X	
	<i>Sclerocarpus uniserialis</i> (Hook.) Benth. & Hook. f.					X	
	<i>Simsia foetida</i> var. <i>megacephala</i> (Schultz-Bip. ex S. F. Blake) D. Spooner				X		
	<i>Simsia</i> sp.					X	
	<i>Tagetes erecta</i> L.						X
	<i>Tridax procumbens</i> L.					X	
	<i>Vevesina</i> sp.		X				
	<i>Wedelia acapulcensis</i> Kunth				X	X	
	<i>Zinnia americana</i> (Mill.) Olorode & A.M. Torres	X			X	X	
BIGNONIACEAE	<i>Adenocalymma inundatum</i> Mart. ex DC.				X		
	<i>Amphilophium paniculatum</i> (L.) Kunth					X	
	<i>Arrabidaea floribunda</i> (Kunth) Loes.		X			X	



Familia	Especie	1	2	3	4	5	6
	<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) G. Nicholson		X				
BORAGINACEAE	<i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) Roem. & Schult.				X	X	
	<i>Cordia dentata</i> Poir.	X				X	
	<i>Cordia oaxacana</i> A. DC.				X	X	
	<i>Cordia pringlei</i> B.L. Rob.				X		
	<i>Cordia</i> sp.			X			
BROMELIACEAE	<i>Aechmea bracteata</i> (Sw.) Griseb.					X	
	<i>Bromelia pinguin</i> L.					X	
	<i>Tillandsia paucifolia</i> Baker			X			
BURSERACEAE	<i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl.				X		
	<i>Bursera grandifolia</i> (Schltdl.) Engl.		X				
	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.				X		
CACTACEAE	<i>Acanthocereus griseus</i> Backeb.				X		
	<i>Cephalocereus collinsii</i> Britton & Rose.		X		X		
	<i>Mammillaria collinsii</i> (Britton & Rose) Orcutt				X		
	<i>Neobuxbaumia scoparia</i> (Poselger) Backeberg		X	X			
	<i>Nopalea karwinskiana</i> (Salm-Dyck) K. Schum.				X	X	
	<i>Opuntia puberula</i> Pfeiff.			X	X		
	<i>Pereskia lychnidiflora</i> DC.				X		
	<i>Pereskopsis kellermanii</i> Rose				X		
	<i>Stenocereus weberi</i> (J.M. Coult.) Buxb.				x		
CAPPARACEAE	<i>Capparis baducca</i> L.			X		X	
	<i>Capparis incana</i> Kunth		X		X	X	
	<i>Capparis indica</i> (L.) Fawc. & Rendle.			X	X	X	
	<i>Capparis odoratissima</i> Jacq.				X	X	
	<i>Capparis pachaca</i> Kunth				X		
	<i>Crataeva tapia</i> L.					X	
CELASTRACEAE	<i>Crossopetalum uragoga</i> (Jacq.) Kuntze					X	
COCHLOSPERMACEAE	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.					X	
COMMELINACEAE	<i>Campelia zanonía</i> (L.) Kunth.			X	X		
	<i>Commelina erecta</i> L.		X	X	X		
	<i>Commelina</i> sp.	X					
	<i>Tradescantia pallida</i> (Rose) D. Hunt.		X				
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea reticulata</i> O'Donell	X					
	<i>Ipomoea pauciflora</i> M. Martens & Galeotti				X		
	<i>Ipomoea</i> sp.			X	X		
CUCURBITACEAE	<i>Cayaponia attenuata</i> (Hook. & Arn.) Cogn.	X					
	<i>Dieterlea fusiformis</i> E.J. Lott			X			
	<i>Melothria pendula</i> L.	X					
	<i>Momordica charantia</i> L.				X		
	<i>Sicyos</i> sp.			X			
CYPERACEAE	<i>Cyperus hermaphroditus</i> (Jacq.) Standl.				X		
	<i>Cyperus luzulae</i> (L.) Rottb. ex Retz.				X		



Familia	Especie	1	2	3	4	5	6
DIOSCOREACEAE	<i>Dioscorea convolvulacea</i> Schldl. & Cham.			X		X	
ELAEOCARPACEAE	<i>Muntingia calabura</i> L.	X					
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylon areolatum</i> L.		X	X		X	
EUPHORBIACEAE	<i>Bernardia interrupta</i> (Schltr.) Muell. Arg.		X				
	<i>Cnidoscolus megacanthus</i> Breckon				X		
	<i>Croton cortesianus</i> Kunth				X	X	
	<i>Croton flavens</i> L.				X		
	<i>Croton lobatus</i> L.	X					
	<i>Croton niveus</i> Jacq.				X	X	
	<i>Croton</i> sp.		X		X	X	
	<i>Euphorbia colletioides</i> Benth.			X		X	
	<i>Euphorbia graminea</i> Jacq.			X			
	<i>Euphorbia schlechtendalii</i> Boiss.		X		X	X	
	<i>Hippomane mancinella</i> L.		X				
	<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.				X		
	<i>Manihot aesculifolia</i> (Kunth) Pohl.		X		X		
	<i>Pedilanthus calcaratus</i> Schldl.			X			
	<i>Pedilanthus tithymaloides</i> (L.) Poit.				X		
	<i>Ricinus communis</i> L.	X					
FABACEAE	<i>Acacia cochliacantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.						X
	<i>Acacia collinsii</i> Saff.				X	X	
	<i>Acacia cornigera</i> L.	X					
	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.					X	
	<i>Acacia pennatula</i> (Schldl. & Cham.) Benth.					X	
	<i>Acacia picachensis</i> Brandegee				X		
	<i>Acacia pringlei</i> Rose					X	
	<i>Adenopodia polystachya</i> (L.) J.R. Dixon ex Croat				X		
	<i>Albizia occidentalis</i> T.S. Brandegee		X				
	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	X					
	<i>Apoplanesia paniculata</i> C. Presl.			X	X	X	
	<i>Bauhinia subrotundifolia</i> Cav.					X	
	<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.				X	X	
	<i>Caesalpinia sclerocarpa</i> Standl.				X		
	<i>Caesalpinia velutina</i> (Britton & Rose) Standl.					X	
	<i>Cassia biflora</i> L.					X	
	<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.				X		
	<i>Diphysa minutifolia</i> Rose				X	X	
	<i>Diphysa</i> sp.				X		
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.					X	X
	<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill.				X		
	<i>Inga vera</i> Willd.	X					
	<i>Leucaena</i> sp.		X	X			
	<i>Lonchocarpus lanceolatus</i> Benth.				X	X	



Familia	Especie	1	2	3	4	5	6
	<i>Lonchocarpus</i> sp.		X				
	<i>Lysiloma divaricata</i> Hook. & Jackson				X	X	
	<i>Machaerium</i> sp.					X	
	<i>Mimosa acantholoba</i> var. <i>eurycarpa</i> (B.L. Rob) Barneby				X	X	
	<i>Mimosa aculeaticarpa</i> Ortega					X	
	<i>Mimosa pigra</i> L.	X					
	<i>Nissolia fruticosa</i> Jacq.					X	
	<i>Piptadenia obliqua</i> (Pers.) J.F. Macbr.					X	
	<i>Piscidia</i> sp. L.				X		
	<i>Pithecellobium brownii</i> Standl.				X		
	<i>Pithecellobium mangense</i> (Jacq.) J.F. Macbr.					X	
	<i>Pithecellobium recordii</i> (Britton & Rose) Standl.		X	X	X	X	X
	<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.						X
	<i>Pterocarpus</i> sp.				X		
	<i>Senna atomaria</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby				X	X	
	<i>Senna fruticosa</i> (Mill.) H.S. Irwin & Barneby					X	
	<i>Senna skinneri</i> (Benth.) H.S. Irwin & Barneby				X		
	<i>Sesbania</i> sp.				X		
	<i>Tephrosia</i> sp.		X				
	<i>Zapoteca formosa</i> (Kunth) H.M. Hern.				X		
FLACOURTIACEAE	<i>Casearia corymbosa</i> Kunth.		X	X		X	
	<i>Casearia tremula</i> (Griseb.) Griseb. ex W. Wright.			X			
HERNANDIACEAE	<i>Gyrocarpus jatrophifolius</i> Domin		X	X			
HIPPOCRATEACEAE	<i>Hippocratea acapulcensis</i> Kunth					X	
LAMIACEAE	<i>Ocimum micranthum</i> Willd.					X	
LOASACEAE	<i>Gronovia scandens</i> L.	X					
LYTHRACEAE	<i>Cuphea carthagenensis</i> (Jacq.) J.F. Macbr.				X		
MALPIGHIACEAE	<i>Bunchosia biocellata</i> Schldt.			X			
	<i>Heteropterys brachiata</i> (L.) DC.					X	
	<i>Malpighia emarginata</i> Sessé & Moc. ex DC.				X		
MALVACEAE	<i>Gossypium aridum</i> (Rose & Standl.) Skovst.		X		X		
	<i>Hibiscus phoeniceus</i> Jacq.					X	
	<i>Malachra alceifolia</i> Jacq.				X		
	<i>Malvastrum americanum</i> (L.) Torr.				X		X
	<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	X					
	<i>Sida acuta</i> Burm. f.	X				X	
	<i>Sida ciliaris</i> L.						X
	<i>Wissadula periplocifolia</i> (L.) C. Presl ex Thwaites	X					
MELIACEAE	<i>Trichilia trifolia</i> L.			X	X		
MORACEAE	<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth		X				
	<i>Ficus insipida</i> Willd.	X					
NYCTAGINACEAE	<i>Mirabilis violacea</i> (L.) Heimerl				X		
	<i>Pisonia aculeata</i> L.	X			X	X	





Familia	Especie	1	2	3	4	5	6
OLACACEAE	<i>Schoepfia schreberi</i> JF Gmel.			X			
	<i>Ximenia</i> sp.			X		X	
OPILIACEAE	<i>Agonandra obtusifolia</i> Standl.				X		
ORCHIDACEAE	<i>Cytopodium</i> sp.		X				
OXALIDACEAE	<i>Oxalis frutescens</i> L.	X					
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora biflora</i> Lam.			X			
PHYTOLACCACEAE	<i>Petiveria alliacea</i> L.	X					
	<i>Rivina humilis</i> L.	X					
POACEAE	<i>Andropogon annulatus</i> Forssk.				X		
	<i>Brachiaria fasciculata</i> (Sw.) Parodi				X	X	
	<i>Brachiaria plantaginea</i> (Link) Hitchc.						X
	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	X					
	<i>Chloris virgata</i> Sw.					X	X
	<i>Echinochloa crus-pavonis</i> (Kunth) Schult.				X		
	<i>Lasiacis nigra</i> Davidse	X				X	
	<i>Panicum laxiflorum</i> Lam.				X		X
	<i>Panicum laxum</i> Sw.						X
	<i>Panicum maximum</i> Jacq.	X					
	<i>Saccharum officinarum</i> L.						X
	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	X					X
	<i>Sporobolus pyramidatus</i> (Lam.) Hitchc.						X
	<i>Zea mays</i> L.						X
POLYGONACEAE	<i>Coccoloba barbadensis</i> Jacq.				X		
	<i>Coccoloba lebmanni</i> Lindau			X	X	X	
	<i>Ruprechtia pallida</i> Standl.				X		
PORTULACACEAE	<i>Talinum triangulare</i> (Jacq.) Willd.				X		
RHAMNACEAE	<i>Condalia</i> sp.				X		
	<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Zucc.					X	
	<i>Rhamnus</i> sp.					X	
	<i>Zizyphus amole</i> (Sessé & Mociño) M. Johnston				X	X	
RUBIACEAE	<i>Cosmocalyx</i> sp.			X			
	<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K. Schum.			X			
	<i>Hintonia latiflora</i> (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock			X			
	<i>Jacquinia macrocarpa</i> Cav.		X				
	<i>Randia aculeata</i> L.		X	X		X	
	<i>Randia echinocarpa</i> Moc. & Sessé ex DC.				X		
	<i>Randia</i> sp.		X			X	
RUTACEAE	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.			X		X	
SALICACEAE	<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	X					
SAPINDACEAE	<i>Cardiospermum grandiflorum</i> Sw.				X		
	<i>Paullinia cururu</i> L.					X	
	<i>Paullinia</i> sp.					X	
	<i>Serjania triquetra</i> Radlk.			X	X	X	



Familia	Especie	1	2	3	4	5	6
	<i>Thouinia acuminata</i> S. Watson			X			
	<i>Thouinidium decandrum</i> (Bonpl.) Radlk.			X	X	X	
SCHIZAEACEAE	<i>Lygodium venustum</i> Sw.					X	
SOLANACEAE	<i>Capsicum annuum</i> var. <i>glabriusculum</i> (Dunal) Heiser & Pickersgill				X	X	
	<i>Cestrum</i> sp.			X			
	<i>Lycianthes lenta</i> (Cav.) Bitter	X					
	<i>Lycianthes</i> sp.			X			
	<i>Solanum lanceolatum</i> Cav.	X					
	<i>Solanum nigricans</i> M. Martens & Galeotti			X			
	<i>Solanum nudum</i> Dunal	X					
	<i>Solanum wendlandii</i> Hook. f.					X	
STERCULIACEAE	<i>Ayenia purpusii</i> Brandege				X		
	<i>Byttneria aculeata</i> (Jacq.) Jacq.	X				X	
	<i>Byttneria</i> sp.					X	
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.					X	X
	<i>Melochia tomentosa</i> L.				X		
THEOPHRASTACEAE	<i>Jacquinia macrocarpa</i> Cav.			X			
TURNERACEAE	<i>Turnera diffusa</i> Willd. ex Schult.					X	
ULMACEAE	<i>Celtis caudata</i> Planch.	X					
	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	X				X	
	<i>Celtis</i> sp.				X		
VERBENACEAE	<i>Clerodendron ligustrinum</i> (Jacq.) E.Br.				X		
	<i>Lantana camara</i> L.					X	
	<i>Lantana hirta</i> Graham				X	X	
VIOLACEAE	<i>Hybanthus attenuatus</i> (Humb. & Bonpl.) Schulze-Menz		X				



### Anexo IV.2.2.1-2. Lista de usos de la vegetación

Los números de las columnas corresponden a los distintos usos que se les dan a las especies en la región. **1.** Comestible, **2.** Industrial, **3.** Medicinal, **4.** Ornamental, **5.** Tóxico, **6.** Ceremonial, **7.** Cercos vivos, **8.** Combustible, **9.** Construcción, **10.** Forraje.

Familia	Especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AGAVACEAE	<i>Agave angustifolia</i> Haw.	X	X								
AMARANTHACEAE	<i>Gomphrena decumbens</i> Jacq.				X						
ANACARDIACEAE	<i>Amphipterygium adstringens</i> (Schltdl.) Standl.			X				X			
	<i>Spondias mombin</i> L.	X									
APOCYNACEAE	<i>Haplophyton camicidum</i> A. DC.		X								
	<i>Plumeria rubra</i> L.				X						
	<i>Thevetia ovata</i> (Cav.) A. DC.					X					
ARECACEAE	<i>Sabal mexicana</i> Mart.	X	X	X							
ASTERACEAE	<i>Porophyllum punctatum</i> (Mill.) S.F. Blake			X							
	<i>Tagetes erecta</i> L.				X						
BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) G. Nicholson		X	X							
BORAGINACEAE	<i>Cordia dentata</i> Poir.			X							
	<i>Cordia oaxacana</i> A. DC.		X								
BROMELIACEAE	<i>Bromelia pinguin</i> L.	X									
BURSERACEAE	<i>Bursera grandifolia</i> (Schltdl.) Engl.		X	X			X				
	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.		X	X				X			
CACTACEAE	<i>Cephalocereus collinsii</i> Britton & Rose.	X									
	<i>Nopalea karwinskiana</i> (Salm-Dyck) K. Schum.	X									
CAPPARACEAE	<i>Capparis indica</i> (L.) Fawc. & Rendle.			X							
COCHLOSPERMACEAE	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.		X	X					X		
CUCURBITACEAE	<i>Momordica charantia</i> L.	X									
ELAEOCARPACEAE	<i>Muntingia calabura</i> L.		X	X	X						
EUPHORBIACEAE	<i>Croton niveus</i> Jacq.		X	X							
	<i>Euphorbia schlechtendalii</i> Boiss.		X								
	<i>Hippomane mancinella</i> L.			X		X					
	<i>Ricinus communis</i> L.			X							
FABACEAE	<i>Acacia cornigera</i> L.		X			X					
	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.				X						
	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.			X		X					
	<i>Apoplanesia paniculata</i> C. Presl.		X	X						X	
	<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.		X	X							
	<i>Caesalpinia sclerocarpa</i> Standl.			X				X		X	X
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	X									
	<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill.		X	X							
	<i>Inga vera</i> Willd.							X			
	<i>Lysiloma divaricata</i> Hook. & Jackson		X								
	<i>Pithecellobium mangense</i> (Jacq.) J.F. Macbr.							X			



Familia	Especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<i>Pithecellobium recordii</i> (Britton & Rose) Standl.							X			
	<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.										X
HIPPOCRATEACEAE	<i>Hippocratea acapulcensis</i> Kunth		X			X					
LAMIACEAE	<i>Ocimum micranthum</i> Willd.			X	X						
LOASACEAE	<i>Gronovia scandens</i> L.			X		X					
MALVACEAE	<i>Sida acuta</i> Burm. f.		X	X							X
MORACEAE	<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth	X	X	X							X
	<i>Ficus insipida</i> Willd.							X			
NYCTAGINACEAE	<i>Pisonia aculeata</i> L.			X							
PHYTOLACCACEAE	<i>Petiveria alliacea</i> L.			X							
POACEAE	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.										X
	<i>Chloris virgata</i> Sw.										X
	<i>Panicum laxiflorum</i> Lam.										X
	<i>Panicum laxum</i> Sw.										X
	<i>Panicum maximum</i> Jacq.										X
	<i>Saccharum officinarum</i> L.	X	X	X							X
	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.										X
	<i>Sporobolus pyramidatus</i> (Lam.) Hitchc.										X
	<i>Zea mays</i> L.	X	X								X
POLYGONACEAE	<i>Coccoloba barbadensis</i> Jacq.		X								
RHAMNACEAE	<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Zucc.			X		X					
	<i>Zizyphus amole</i> (Sessé & Mociño) M. Johnston		X	X							
SALICACEAE	<i>Salix humboldtiana</i> Willd.							X			
SAPINDACEAE	<i>Serjania triquetra</i> Radlk.			X							
SOLANACEAE	<i>Capsicum annuum</i> var. <i>glabriusculum</i> (Dunal) Heiser & Pickersgill	X									
STERCULIACEAE	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.			X				X	X		
TURNERACEAE	<i>Turnera diffusa</i> Willd. ex Schult.			X							
VERBENACEAE	<i>Lantana camara</i> L.				X	X					



INSTITUTO DE  
ECOLOGIA, A.C.



ANEXOS

---

# FAUNA



**Anexo IV.2.2.2-1. Especies de aves de ocurrencia POTENCIAL en el área de estudio del P.E. La Venta II, enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 y CITES 2003**

Especie	NOM	Endemismo
<i>Crypturellus cinnamomeus</i>		
<i>Dendrocygna bicolor</i>		
<i>Cairina moschata</i>	P	
<i>Anas strepera</i>		
<i>Anas americana</i>		
<i>Anas discors</i>		
<i>Anas cyanoptera</i>		
<i>Anas clypeata</i>		
<i>Anas acuta</i>		
<i>Anas crecca</i>		
<i>Aythya americana</i>		
<i>Aythya affinis</i>		
<i>Nomonyx dominicus</i>	A	
<i>Penélope purpurascens</i>	A	
<i>Crax rubra</i>	A	
<i>Odontophorus guttatus</i>	Pr	
<i>Dactylortyx thoracicus</i>	Pr	
<i>Cyrtonyx montezumae</i>	Pr	
<i>Tachybaptus dominicus</i>	Pr	
<i>Podilymbus podiceps</i>		
<i>Podiceps nigricollis</i>		
<i>Podiceps erythrorhynchos</i>		
<i>Anhinga anhinga</i>		
<i>Botaurus lentiginosus</i>		
<i>Ixobrychus exilis</i>		
<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Pr	
<i>Ardea herodias</i>	Pr	X
<i>Egretta tricolor</i>		
<i>Egretta rufescens</i>	Pr	
<i>Nycticorax nycticorax</i>		
<i>Nyctanassa violacea</i>	A	X
<i>Cochlearius cochlearius</i>		
<i>Plegadis chihi</i>		
<i>Jabiru mycteria</i>		
<i>Cathartes burrovianus</i>		
<i>Sarcoramphus papa</i>	P	
<i>Pandion haliaetus</i>		
<i>Leptodon cayanensis</i>	Pr	
<i>Elanoides forficatus</i>	Pr	
<i>Elanus leucurus</i>		
<i>Harpagus bidentatus</i>	Pr	
<i>Busarellus nigricollis</i>	Pr	
<i>Geranospiza caerulescens</i>	A	
<i>Buteogallus urubitinga</i>	Pr	
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Pr	
<i>Buteo brachyurus</i>		
<i>Spizaetus ornatus</i>	P	
<i>Micrastur ruficollis</i>	Pr	
<i>Micrastur semitorquatus</i>	Pr	



<b>Especie</b>	<b>NOM</b>	<b>Endemismo</b>
<i>Herpetotheres cachimans</i>		
<i>Falco femoralis</i>	A	
<i>Falco rufigularis</i>		
<i>Laterallus ruber</i>		
<i>Aramides cajanea</i>		
<i>Porzana carolina</i>		
<i>Porzana flaviventer</i>	Pr	
<i>Pardirallus maculatus</i>		
<i>Porphyrio martinica</i>		
<i>Gallinula chloropus</i>		
<i>Álica americana</i>		
<i>Heliornis fulica</i>	Pr	
<i>Burhinus bistriatus</i>		
<i>Pluviales dominica</i>		
<i>Charadrius collaris</i>		
<i>Charadrius alexandrinus</i>		
<i>Haematopus palliatus</i>		
<i>Recurvirostra americana</i>		
<i>Jacana spinosa</i>		
<i>Tringa solitaria</i>		
<i>Catoptrophorus semipalmatus</i>		
<i>Heteroscelus incanus</i>		
<i>Bartramia longicauda</i>		
<i>Numenius phaeopus</i>		
<i>Numenius americanus</i>		
<i>Limosa fedoa</i>		
<i>Arenaria interpres</i>		
<i>Aprisa virgata</i>		
<i>Calidris canutus</i>		
<i>Calidris alba</i>		
<i>Calidris bairdii</i>		
<i>Calidris melanotos</i>		
<i>Calidris himantopus</i>		
<i>Limnodromus griseus</i>		
<i>Limnodromus scolopaceus</i>		
<i>Gallinago gallinago</i>		
<i>Scolopax minor</i>		
<i>Phalaropus tricolor</i>		
<i>Stercorarius pomarinus</i>		
<i>Stercorarius parasiticus</i>		
<i>Larus pipixcan</i>		
<i>Larus delawarensis</i>		
<i>Larus argentatus</i>		
<i>Xema sabini</i>		
<i>Sterna nilotica</i>		
<i>Sterna caspia</i>		
<i>Sterna maxima</i>		
<i>Sterna forsteri</i>		
<i>Sterna antillarum</i>	Pr	
<i>Chlidonias niger</i>		
<i>Rynchops niger</i>		
<i>Patagioenas fasciata</i>		
<i>Columbina talpacoti</i>		



Espece	NOM	Endemismo
<i>Geotrygon montana</i>		
<i>Aratinga strenua</i>	A	
<i>Amazona albifrons</i>		
<i>Amazona finschi</i>	A	X
<i>Amazona auropalliata</i>	A	
<i>Coccyzus erythrophthalmus</i>		
<i>Coccyzus americanus</i>		
<i>Coccyzus minor</i>		
<i>Dromococcyx phasianellus</i>		
<i>Tyto alba</i>		
<i>Megascops kennicottii</i>		
<i>Megascops trichopsis</i>		
<i>Lophostrix cristata</i>	A	
<i>Pulsatrix perspicillata</i>	A	
<i>Bubo virginianus</i>	A	X
<i>Glaucidium brasilianum</i>		
<i>Atiencunicularia</i>	P	X
<i>Ciccaba virgata</i>		
<i>Ciccaba nigrolineata</i>		
<i>Pseudoscops clamator</i>	A	
<i>Chordeiles minor</i>		
<i>Nyctidromus albicollis</i>		
<i>Caprimulgus carolinensis</i>		
<i>Caprimulgus ridgwayi</i>		
<i>Caprimulgus vociferus</i>		
<i>Nyctibius jamaicensis</i>		
<i>Cypseloides niger</i>		
<i>Streptoprocne rutila</i>		
<i>Streptoprocne zonaris</i>		
<i>Chaetura vauxi</i>		
<i>Panyptila sanctihieronymi</i>	Pr	
<i>Campylopterus rufus</i>	Pr	
<i>Anthracothorax prevostii</i>		
<i>Abeillia abeillei</i>	Pr	
<i>Chlorostilbon auriceps</i>		
<i>Cyananthus latirostris</i>		
<i>Hylocharis eliciae</i>		
<i>Amazilia beryllina</i>		
<i>Amazilia rutila</i>		
<i>Amazilia yucatanensis</i>		
<i>Eupherusa eximia</i>		
<i>Lampornis viridipallens</i>	Pr	
<i>Eugenes fulgens</i>		
<i>Heliomaster longirostris</i>	Pr	
<i>Heliomaster constantii</i>		
<i>Archilochus colubris</i>		
<i>Trogon violaceus</i>		
<i>Trogon collaris</i>	Pr	
<i>Hylomanes momotula</i>	A	
<i>Momotus mexicanus</i>		
<i>Momotus momota</i>		
<i>Eumomota superciliosa</i>		
<i>Ceryle torquata</i>		





Espece	NOM	Endemismo
<i>Ceryle alcyon</i>		
<i>Chloroceryle amazona</i>		
<i>Chloroceryle americana</i>		
<i>Chloroceryle aenea</i>		
<i>Notharchus macrorhynchos</i>	A	
<i>Pteroglossus torquatus</i>	Pr	
<i>Melanerpes formicivorus</i>	Pr	X
<i>Melanerpes pucherani</i>		
<i>Melanerpes chrysogenys</i>		
<i>Sphyrapicus varius</i>		
<i>Picoides scalaris</i>		
<i>Picoides villosus</i>		
<i>Piculus rubiginosus</i>		
<i>Piculus auricularis</i>		
<i>Dryocopus lineatus</i>		
<i>Automolus rubiginosus</i>		
<i>Dendrocincla homochroa</i>		
<i>Sittasomus griseicapillus</i>		
<i>Xiphorhynchus erythropygius</i>	A	
<i>Lepidocolaptes affinis</i>		
<i>Thamnophilus doliatus</i>		
<i>Grallaria guatemalensis</i>	A	
<i>Myiopagis viridicata</i>		
<i>Mionectes oleagineus</i>		
<i>Rhynchocyclus brevirostris</i>		
<i>Platyrrinchus cancrinus</i>		
<i>Onychorhynchus coronatus</i>	P	
<i>Contopus sordidulus</i>	Pr	X
<i>Empidonax virescens</i>		
<i>Empidonax alnorum</i>		
<i>Empidonax traillii</i>		
<i>Empidonax albigularis</i>		
<i>Empidonax minimus</i>		
<i>Empidonax hammondi</i>		
<i>Sayornis nigricans</i>		
<i>Sayornis phoebe</i>		
<i>Sayornis saya</i>		
<i>Pyrocephalus rubinus</i>		
<i>Attila spadiceus</i>	Pr	
<i>Myiarchus cinerascens</i>		
<i>Myiarchus nuttingi</i>		
<i>Myiarchus crinitus</i>		
<i>Deltarhynchus flammulatus</i>	Pr	X
<i>Myiodynastes luteiventris</i>		
<i>Tyrannus couchii</i>		
<i>Tyrannus vociferans</i>		
<i>Tyrannus crassirostris</i>		
<i>Tyrannus verticalis</i>		
<i>Tyrannus tyrannus</i>		
<i>Pachyramphus major</i>	Pr	X
<i>Pachyramphus aglaiae</i>		
<i>Tityra semifasciata</i>		
<i>Chiroxiphia linearis</i>	Pr	



<b>Especie</b>	<b>NOM</b>	<b>Endemismo</b>
<i>Lanius ludovicianus</i>		
<i>Vireo griseus</i>	A	X
<i>Vireo pallens</i>	Pr	
<i>Vireo atricapilla</i>	P	
<i>Vireo flavifrons</i>		
<i>Vireo solitarius</i>		
<i>Vireo huttoni</i>	Pr	X
<i>Vireo hypochryseus</i>		
<i>Vireo gilvus</i>	Pr	X
<i>Vireo leucophrys</i>		
<i>Vireo philadelphicus</i>		
<i>Vireo olivaceus</i>		
<i>Hylophilus decurtatus</i>		
<i>Vireolanius pulchellus</i>		
<i>Cyanocorax yncas</i>		
<i>Eremophila alpestris</i>		
<i>Progne chalybea</i>		
<i>Tachycineta thalassina</i>		
<i>Riparia riparia</i>		
<i>Campylorhynchus zonatus</i>		
<i>Campylorhynchus chiapensis</i>	Pr	X
<i>Catherpes mexicanus</i>		
<i>Thryothorus felix</i>	Pr	X
<i>Henicorhina leucosticta</i>		
<i>Henicorhina leucophrys</i>		
<i>Regulus calendula</i>	P	X
<i>Sialia sialis</i>		
<i>Myadestes occidentalis</i>	Pr	
<i>Catharus aurantiirostris</i>		
<i>Catharus frantzii</i>	A	
<i>Catharus mexicanus</i>	Pr	
<i>Catharus ustulatus</i>		
<i>Hylocichla mustelina</i>		
<i>Turdus infuscatus</i>	A	
<i>Turdus assimilis</i>		
<i>Turdus rufopalliatus</i>	Pr	X
<i>Dumetella carolinensis</i>		
<i>Mimus polyglottos</i>		
<i>Melanotis caerulescens</i>	Pr	X
<i>Anthus rubescens</i>		
<i>Ptilogonys cinereus</i>		
<i>Vermivora pinus</i>		
<i>Vermivora peregrina</i>		
<i>Vermivora celata</i>		
<i>Vermivora ruficapilla</i>		
<i>Parula americana</i>		
<i>Dendroica petechia</i>		
<i>Dendroica pensylvanica</i>		
<i>Dendroica magnolia</i>		
<i>Dendroica coronata</i>	A	
<i>Dendroica nigrescens</i>		
<i>Dendroica chrysoparia</i>	A	
<i>Dendroica townsendi</i>		



Especie	NOM	Endemismo
<i>Dendroica fusca</i>		
<i>Dendroica dominica</i>		
<i>Dendroica graciae</i>		
<i>Dendroica striata</i>		
<i>Mniotilta varia</i>		
<i>Setophaga ruticilla</i>		
<i>Helmitheros vermivorus</i>		
<i>Seiurus aurocapilla</i>		
<i>Seiurus noveboracensis</i>		
<i>Seiurus motacilla</i>		
<i>Oporornis formosus</i>		
<i>Oporornis philadelphia</i>		
<i>Oporornis tolmiei</i>	A	
<i>Geothlypis trichas</i>		
<i>Geothlypis poliocephala</i>		
<i>Myioborus pictus</i>		
<i>Myioborus miniatus</i>		
<i>Euthlypis lachrymosa</i>		
<i>Basileuterus culicivorus</i>		
<i>Basileuterus rufifrons</i>		
<i>Basileuterus belli</i>		
<i>Icteria virens</i>		
<i>Granatellus venustus</i>	Pr	X
<i>Chlorospingus ophthalmicus</i>	Pr	X
<i>Habia rubica</i>		
<i>Piranga flava</i>		
<i>Piranga olivacea</i>		
<i>Piranga ludoviciana</i>		
<i>Piranga bidentata</i>		
<i>Cyanerpes cyaneus</i>		
<i>Volatinia jacarina</i>		
<i>Sporophila minuta</i>		
<i>Diglossa baritula</i>		
<i>Buarremon brunneinucha</i>	Pr	X
<i>Aimophila botterii</i>		
<i>Aimophila rufescens</i>		
<i>Spizella passerina</i>		
<i>Spizella pallida</i>		
<i>Pooecetes gramineus</i>		
<i>Chondestes grammacus</i>		
<i>Passerculus sandwichensis</i>		
<i>Ammodramus savannarum</i>		
<i>Melospiza lincolni</i>		
<i>Saltator coerulescens</i>		
<i>Saltator atriceps</i>		
<i>Cardinalis cardinalis</i>	Pr	X
<i>Pheucticus ludovicianus</i>		
<i>Cyanocompsa parellina</i>		
<i>Passerina caerulea</i>		
<i>Passerina cyanea</i>		
<i>Passerina ciris</i>		
<i>Spiza americana</i>		
<i>Agelaius phoeniceus</i>		



<b>Especie</b>	<b>NOM</b>	<b>Endemismo</b>
<i>Icterus wagleri</i>		
<i>Icterus spurius</i>	Pr	X
<i>Icterus bullockii</i>		
<i>Icterus pectoralis</i>		
<i>Icterus graduacauda</i>		
<i>Amblycercus holosericeus</i>		
<i>Cacicas cela</i>		
<i>Euphonia affinis</i>		
<i>Euphonia hirundinacea</i>		
<i>Euphonia elegantissima</i>		
<i>Carduelos notata</i>		

**ESTATUS;** Pr = sujeta a protección especial; A= amenazada; P= peligro de extinción



**Anexo IV.2.2.2-2. Especies de aves por tipo de hábitat, PRESENTES en el área de estudio de la P.E. La Venta II**

Especie	Tipos de hábitat					Status
	BTC	ABTC	AA	BG	ZA	
<i>Dendrocygna autumnalis</i>			2	1	10	
<i>Ortalis poliocephala</i>	13	8				
<i>Ortalis leucogastra</i>	11	6				Pr
<i>Colinu virginianus</i>		2	20			
<i>Pelecanus occidentalis</i>	10	12	176	278	25	
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>				2	15	
<i>Fregata magnificens</i>		1	3		15	
<i>Ardea alba</i>				4	6	
<i>Egretta thula</i>				1	30	
<i>Egretta caerulea</i>					1	
<i>Bubulcus ibis</i>				15	25	
<i>Butorides virescens</i>				2	2	
<i>Eudocimus albus</i>					20	
<i>Platalea ajaja</i>				3	6	
<i>Mycteria americana</i>	146	243	45		2	A
<i>Coragyps atratus</i>		6	10			
<i>Cathartes aura</i>	236745	276534	109234	1534	19081	
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	2	23	113	2		Pr
<i>Rostrhamus sociabilis</i>			2	1	1	Pr
<i>Ictinia mississippiensis</i>	109					Pr
<i>Ictinia plumbea</i>		168	45			A
<i>Circus cyaneus</i>	2	57	10		2	
<i>Accipiterstriatus</i>	13	231	154	11		Pr
<i>Accipiter cooperii</i>	176	123	98	12	186	Pr
<i>Asturina nitida</i>		1	1	1		
<i>Buteogallus anthracinus</i>	2	5				Pr
<i>Buteo magnirostris</i>	3	6	3	1		
<i>Buteo platypterus</i>	345	43278	4690	12978		
<i>Buteo swainsoni</i>	123478	54322	22193	11		Pr
<i>Buteo albicaudatus</i>	1	187	123			Pr
<i>Buteo albonotatus</i>		2	1	34		Pr
<i>Buteo jamaicensis</i>	17	47	98			Pr
<i>Caracara cheriway</i>	1	2	3	1		
<i>Falco -sparverius</i>	13	13	22	45		
<i>Falco columbarius</i>	3	3		1		
<i>Falco peregrinus</i>	34	27	21	19		Pr
<i>Aramus guarauna</i>				1	1	
<i>Pluviales squatarola</i>					3	
<i>Charadrius wilsonia</i>					3	
<i>Charadrius semipalmatus</i>					10	
<i>Charadrius vociferus</i>			1	3		
<i>Himantopus mexicanus</i>					4	
<i>Tringa melanoleuca</i>			5		1	
<i>Tringa flavipes</i>			2			
<i>Actitis macularia</i>					3	
<i>Calidris mauri</i>					15	
<i>Calidris minutilla</i>					20	



Tipos de hábitat						
Especie	BTC	ABTC	AA	BG	ZA	Status
<i>Larus atricilla</i>					25	
<i>Columba livia</i>			2			
<i>Patagioenas flavirostris</i>		1	1			
<i>Zenaida asiatica</i>			16			
<i>Zenaida macroura</i>			5			
<i>Columbina inca</i>		10	40			
<i>Columbina passerina</i>		4				
<i>Columbina minuta</i>			2			
<i>Leptotila verreauxi</i>	4	5	2			
<i>Aratinga holochlora</i>	3	5				A
<i>Aratinga canicularis</i>	25	10				
<i>Piaya cayana</i>	2	1				
<i>Tapera naevia</i>	2	2	1			
<i>Morococcyx erythropygus</i>		3				
<i>Geococcyx velox</i>		2	1			
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	3	20	15	1		
<i>Chordeiles acutipennis</i>		2				
<i>Amazilia viridifrons</i>	1	2				A
<i>Amazilia tzacatl</i>		2				
<i>Trogon melanocephalus</i>	2					
<i>Trogon citreolus*</i>	1					
<i>Melanerpes aurifrons</i>	2	3	5			
<i>Campephilus guatemalensis</i>	2					Pr
<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	2					Pr
<i>Camptostoma imberbe</i>	1	2				
<i>Oncostoma cinereigulare</i>	1					
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>		2				
<i>Contopus cooperi</i>	1			2		
<i>Contopus pertinax</i>	1	1		1	3	
<i>Contopus virens</i>	1	3				
<i>Contopus cinereus</i>	1				1	
<i>Empidonax flaviventris</i>		1		1		
<i>Empidonax flavescens</i>		3				
<i>Myiarchus tuberculifer</i>		2				
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	1	1				
<i>Pitangus sulphuratus</i>	2	1	1			
<i>Megarynchus pitangua</i>	1	10	2			
<i>Myiozetetes similis</i>	1	2		1		
<i>Tyrannus melancholicus</i>	2	2		1		
<i>Tyrannus forficatus</i>		53	48			
<i>Vireo bellii</i>	1	2	2			
<i>Vireo flavoviridis</i>	1		2			
<i>Calocitta formosa</i>		20	5			
<i>Corvus corax</i>		1				
<i>Progne subis</i>		3				
<i>Tachycineta bicolor</i>		6				
<i>Tachycineta albilinea</i>	2		1	1		
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>			8			
<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>			30			
<i>Hirundo rustica</i>		2				
<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	2	1				
<i>Hylorchylus navai</i>	1					P



Tipos de hábitat						
Especie	BTC	ABTC	AA	BG	ZA	Status
<i>Thryothorus maculipectus</i>	8	4				
<i>Thryothorus pleurostictus</i>	4					
<i>Thryothorus modestus</i>	2					
<i>Troglodytes aedon</i>	2					
<i>Polioptila caerulea</i>	3					
<i>Polioptila nigriceps</i>	1	2				
<i>Polioptila albiloris</i>		1		2		
<i>Polioptila plumbea</i>	3	7		1		Pr
<i>Turdus grayi</i>		8		11		
<i>Mimus gilvus</i>	1	2	4			
<i>Bombycilla cedrorum</i>	1		3			
<i>Dendroica virens</i>	1	2		1		
<i>Wilsonia citrina</i>	1	1	1			
<i>Wilsonia pusilla</i>	1			1		
<i>Wilsonia canadensis</i>	1	2				
<i>Piranga rubra</i>	1					
<i>Thraupis abbas</i>		1	1			
<i>Sporophila torqueola</i>		1	1			
<i>Aimophila ruficauda</i>		40	20			
<i>Aimophila sumichrasti</i>	1	15	1			P
<i>Passerina rositae</i>	9					A
<i>Passerina leclancherii</i>		2				
<i>Sturnella magna</i>		2				
<i>Quiscalus mexicanus</i>		20	30			
<i>Molothrus aeneus</i>		34	7			
<i>Molothrus ater</i>		12				
<i>Icterus pustulatus</i>		2				
<i>Icterus gularis</i>		2				
<i>Passer domesticus</i>		4	8			

**ESTATUS;** Pr = sujeta a protección especial; A= amenazada; P= peligro de extinción; **HABITAT.-** BTC= bosque tropical caducifolio, ABTC = achual de bosque tropical caducifolio, AA = áreas agrícolas, BG = Bosque de galería, ZA = Zona agrícola



**Anexo IV.2.2.2-3. Lista de especies de mamíferos potenciales y observadas en el área de estudio**

CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	POTENCIALES	OBSERVADAS	ESTATUS	BTC	ABTC	AA	END
MAMMALIA	DIDELPHIMORPHIA	DIDELPHIDAE	<i>Didelphis marsupialis</i>	1	0		1	1	1	
		MARMOSIDAE	<i>Marmosa canescens</i>	0	1		1			1
	XENARTHRA	DASYPODIDAE	<i>Dasypus novemcinctus</i>	1	0		1	1		
		MYRMECOPHAGIDAE	<i>Tamandua mexicana</i>	0	1	P	1	1		
	INSECTIVORA	SORICIDAE	<i>Cryptotis parva</i>	1	0		1	1		
	CHIROPTERA	EMBALLONURIDAE	<i>Balantiopteryx plicata</i>	1	0		1	1		
			<i>Pteropteryx macrotis</i>	1	0		1			
			<i>Rhynchonycteris naso</i>	1	0	Pr	1			
			<i>Saccopteryx bilineata</i>	1	0		1			
		NOCTILIONIDAE	<i>Noctilio leporinus</i>	1	0		1			
			<i>Mormoops megalophylla</i>	0	1		1	1	1	
			<i>Pteronotus davyi</i>	0	1		1			
			<i>Pteronotus parnellii</i>	0	1		1	1	1	
			<i>Pteronotus personatus</i>	0	1		1			
		PHYLLOSTOMIDAE	<i>Macrotus waterhousii</i>	1	0			1		
			<i>Micronycteris brachyotis</i>	1	0	A	1			
			<i>Micronycteris megalotis</i>	1	0		1			
			<i>Desmodus rotundus</i>	0	1		1	1	1	
			<i>Diphylla ecaudata</i>	1	0		1	1		
			<i>Choeroniscus godmani</i>	0	1		1			
			<i>Choeronycteris mexicana</i>	1	0	A	1	1		
			<i>Glossophaga commissarisi</i>	1	0		1			
			<i>Glossophaga morenoi</i>	0	1		1	1		
			<i>Glossophaga soricina</i>	1	0		1	1	1	
			<i>Leptonycteris curasoae</i>	1	0	A	1	1		
			<i>Artibeus intermedius</i>	0	1		1	1		
			<i>Artibeus jamaicensis</i>	0	1		1	1	1	
			<i>Artibeus lituratus</i>	0	1		1			





CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	POTENCIALES	OBSERVADAS	ESTATUS	BTC	ABTC	AA	END
			<i>Carollia subrufa</i>	1	0		1	1	1	
			<i>Centurio senex</i>	1	0		1			
			<i>Chiroderma villosum</i>	1	0		1			
			<i>Dermanura phaeotis</i>	1	0		1	1		
			<i>Sturnira lilium</i>	1	0			1		
			<i>Sturnira ludovici</i>	0	1		1	1		
			<i>Uroderma bilobatum</i>	1	0		1			
			<i>Uroderma magnirostrum</i>	1	0		1			
		NATALIDAE	<i>Natalus stramineus</i>	1	0		1	1		
		VESPERTILIONIDAE	<i>Lasiurus ega</i>	1	0		1	1	1	
			<i>Lasiurus intermedius</i>	1	0			1		
			<i>Myotis keaysi</i>	1	0		1	1	1	
			<i>Myotis fortidens</i>	1	0		1			1
			<i>Rhogeessa parvula</i>	1	0		1	1		1
		MOLOSSIDAE	<i>Molossus molossus</i>	1	0		1	1	1	
			<i>Nyctinomops aurispinosus</i>	1	0		1			
			<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	1	0		1	1		
			<i>Tadarida brasiliensis</i>	1	0			1	1	
	CARNIVORA	CANIDAE	<i>Canis latrans</i>	1	0			1	1	
			<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	1	0		1	1	1	
		FELIDAE	<i>Leopardus wiedii</i>	1	0	P	1			
			<i>Puma concolor</i>	0	1		1			
		MUSTELIDAE	<i>Conepatus mesoleucus</i>	1	0		1			
			<i>Mephitis macroura</i>	1	0		1	1		
			<i>Spilogale putorius</i>	1	0			1	1	
			<i>Eira barbara</i>	1	0	P	1			
		PROCYONIDAE	<i>Potos flavus</i>	1	0	Pr	1			
			<i>Nasua narica</i>	0	1		1	1	1	
			<i>Procyon lotor</i>	0	1		1	1	1	



CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	POTENCIALES	OBSERVADAS	ESTATUS	BTC	ABTC	AA	END
	ARTIODACTYLA	TAYASSUIDAE	<i>Pecari tajacu</i>	0	1		1	1		
		CERVIDAE	<i>Mazama americana</i>	1	0		1			
			<i>Odocoileus virginianus</i>	0	1		1	1	1	
	RODENTIA	SCIURIDAE	<i>Sciurus aureogaster</i>	0	1		1	1		
		GEOMYIDAE	<i>Orthogeomys cuniculus</i>	1	0	A	1	1	1	1
		HETEROMYIDAE	<i>Liomys pictus</i>	0	1			1	1	
		MURIDAE	<i>Baiomys musculus</i>	1	0			1	1	
			<i>Neotoma mexicana</i>	1	0		1	1		
			<i>Nyctomys sumichrasti</i>	1	0		1			
			<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	1	0			1		
			<i>Oryzomys couesi</i>	1	0				1	
			<i>Peromyscus leucopus</i>	1	0			1	1	
			<i>Peromyscus melanophrys</i>	1	0		1			
			<i>Peromyscus mexicanus</i>	0	1		1			
			<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	1	0			1	1	
			<i>Sigmodon mascotensis</i>	1	0			1	1	
		ERETHIZONTIDAE	<i>Sphiggurus mexicanus</i>	1	0	A	1	1		
	LAGOMORPHA	LEPORIDAE	<i>Sylvilagus floridanus</i>	0	1		1	1	1	
			<b>Totales</b>	53	22		62	47	25	4

**POTENCIALES Y OBSERVADAS**, 1 = Presencia, 0 Ausencia, **ESTATUS**; Pr = sujeta a protección especial; A= amenazada; P= peligro de extinción; **HÁBITAT**.- BTC= bosque tropical caducifolio, ABTC = acahual de bosque tropical caducifolio, AA = áreas agrícolas, **END** = Endémicas.



**Anexo IV.2.2.2-4. Lista de especies de anfibios y reptiles potenciales y observadas en el área de estudio**

CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	POTENCIALES	OBSERVADAS	ESTATUS	BTC	ABTC	AA	END		
AMPHIBIA	ANURA	BUFONIDAE	<i>Bufo canalíferus</i>	1	0			1				
			<i>Bufo coccifer</i>	1	0	Pr		1				
			<i>Bufo marinus</i>	0	1		1	1				
			<i>Bufo valliceps</i>	1	0		1	1				
		HYLIDAE	<i>Hyla smithii</i>	1	0		1	1		1		
			<i>Scinax staufferi</i>	1	0		1					
			<i>Tripriion spatulatus</i>	1	0		1			1		
		LEPTODACTYLIDAE	<i>Eleutherodactylus pipilans</i>	1	0			1				
			<i>Leptodactylus labialis</i>	0	1		1					
			<i>Leptodactylus melanonotus</i>	1	0		1					
		RANIDAE	<i>Rana berlandieri</i>	1	0	Pr	1					
			<i>Rana vaillanti</i>	1	0		1					
		GYMNOPHIONA	CAECILIDAE	<i>Dermophis oaxacae</i>	1	0	Pr	1	1	1	1	
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>11</b>	<b>2</b>		<b>10</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	
		REPTILIA	SQUAMATA	HELODERMATIDAE	<i>Heloderma horridum</i>	1	0	A	1	1		
					CORYTHOPHANIDAE	<i>Basiliscus vittatus</i>	0	1			1	1
				GEKKONIDAE		<i>Phyllodactylus bordai</i>	1	0		1		
					<i>Phyllodactylus muralis</i>	1	0	Pr	1	1		1
				IGUANIDAE	<i>Ctenosaura pectinata</i>	0	1		1			
<i>Ctenosaura oaxacana</i>	1				0		1			1		
<i>Iguana iguana</i>	0				1	Pr	1	1				
PHRYNOSOMATIDAE	<i>Phrynosoma asio</i>			1	0	Pr		1				
	<i>Sceloporus edwardtaylori</i>			1	0		1	1	1	1		
	<i>Sceloporus macdougalli</i>			1	0	Pr	1	1		1		
	<i>Sceloporus melanorhinus</i>			1	0		1	1	1			
	<i>Sceloporus siniferus</i>			1	0		1	1				
		<i>Urosaurus bicarinatus</i>	1	0		1	1		1			



CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	POTENCIALES	OBSERVADAS	ESTATUS	BTC	ABTC	AA	END
		POLYCHRIDAE	<i>Norops compressicauda</i>	1	0		1			1
			<i>Norops cuprinus</i>	1	0	Pr	1			1
			<i>Norops isthmicus</i>	1	0	Pr		1		1
			<i>Norops macrinii</i>	1	0		1			1
		TEIIDAE	<i>Cnemidophorus deppei</i>	0	1		1	1	1	
			<i>Cnemidophorus guttatus</i>	1	0		1	1	1	1
			<i>Cnemidophorus mexicanus</i>	1	0	Pr		1		1
		XANTUSIIDAE	<i>Lepidophyma flavimaculatum</i>	0	1	Pr	1			
		BOIDAE	<i>Boa constrictor</i>	1	0	A	1	1	1	
		COLUBRIDAE	<i>Conopsis vittatus</i>	1	0		1	1	1	1
			<i>Elaphe flavirufa</i>	1	0	Pr	1	1		
			<i>Ficimia publia</i>	1	0		1	1	1	
			<i>Geagras redimitus</i>	1	0	Pr	1			1
			<i>Imantodes cenchoa</i>	1	0	Pr	1	1		
			<i>Leptodeira annulata</i>	1	0	Pr	1	1	1	
			<i>Leptodeira maculata</i>	1	0	Pr	1	1		1
			<i>Manolepis putnami</i>	1	0		1	1		1
			<i>Masticophis mentovarius</i>	1	0	A	1	1	1	
			<i>Oxybelis fulgidus</i>	1	0		1	1		
			<i>Pseustes poecilonotus</i>	1	0		1	1	1	
			<i>Salvadora mexicana</i>	1	0	Pr	1	1		1
			<i>Stenorrhina freminvillei</i>	1	0		1	1	1	
			<i>Symphimus leucostomus</i>	1	0	Pr	1	1		1
			<i>Tantilla jani</i>	1	0		1	1		
			<i>Tantilla rubra</i>	1	0		1			
			<i>Thamnophis proximus</i>	1	0		1	1		
			<i>Xenodon rabdocephalus</i>	1	0		1	1		
		ELAPIDAE	<i>Micrurus bogerti</i>	1	0		1	1		1
			<i>Micrurus browni</i>	1	0	Pr	1	1		1
		LOXOCEMIDAE	<i>Loxocemus bicolor</i>	1	0	Pr	1	1		



CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	POTENCIALES	OBSERVADAS	ESTATUS	BTC	ABTC	AA	END
		TYPHLOPIDAE	<i>Ramphotyphlops braminus</i>	1	0		1	1		
		VIPERIDAE	<i>Agkistrodon bilineatus</i>	1	0	Pr	1			
			<i>Crotalus durissus</i>	0	1	Pr	1	1	1	
			<i>Porthidium dunnii</i>	1	0	A	1			1
	TESTUDINES	BATAGURIDAE	<i>Rhinoclemmys pulcherrima</i>	1	0	A		1		
		KINOSTERNIDAE	<i>Kinosternon integrum</i>	1	0	Pr		1		1
			<i>Kinosternon scorpioides</i>	0	1	Pr		1		1
			<b>SUBTOTAL</b>	43	7		43	39	13	23
			<b>TOTAL</b>	54	9		53	46	14	26

**POTENCIALES Y OBSERVADAS**, 1 = Presencia, 0 Ausencia; **ESTATUS**; Pr = Sujeta a protección especial; A= Amenazada; P= Peligro de extinción; **HÁBITAT**.- BTC= Bosque tropical caducifolio, ABTC = Acahual de bosque tropical caducifolio, AA = Cultivos, END= Endémicas.



INSTITUTO DE  
ECOLOGÍA, A.C.



ANEXOS

---

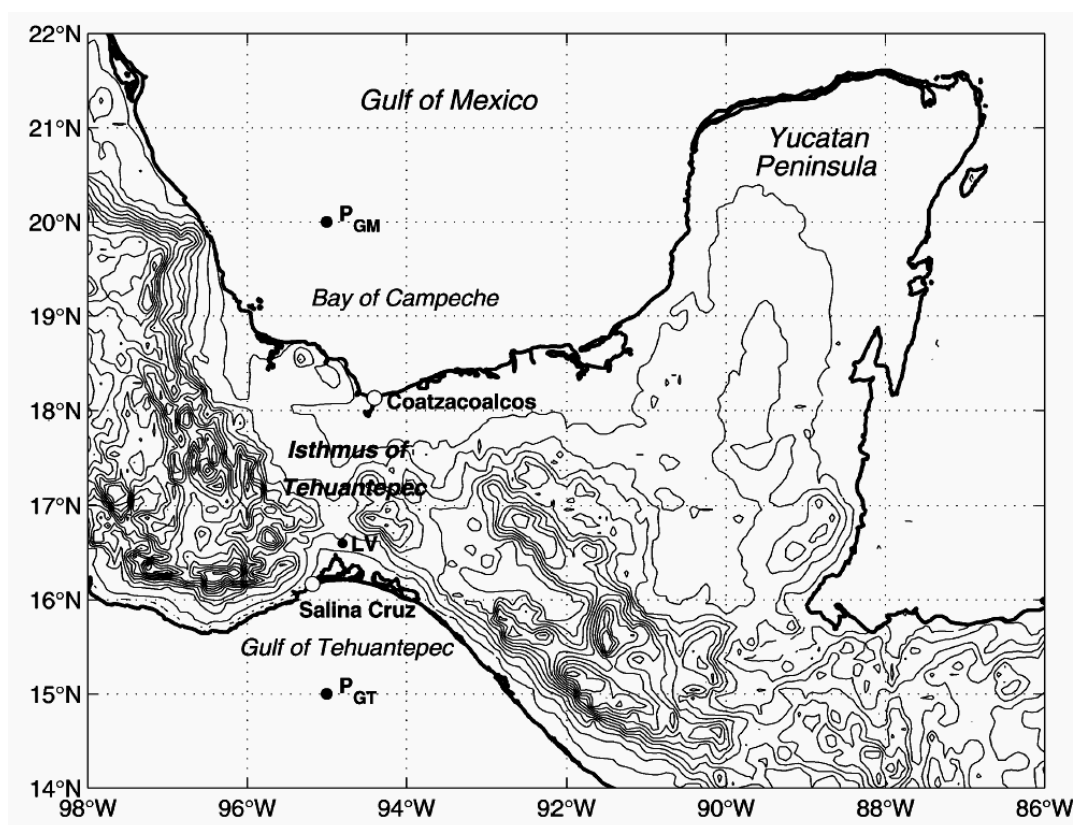
## CAPITULO V

### Anexo V.1. Climatología de los vientos del Istmo de Tehuantepec



### Anexo V.1. Climatología de los vientos del Istmo de Tehuantepec

La Sierra Madre del Sur tiene una altura promedio de 2000 msnm, pero en el centro del Istmo de Tehuantepec, esa altura cae drásticamente a los 250 msnm (Figura 1), formando una brecha o paso de 40 km de ancho y 220 km de longitud conocida como Paso Chivela (Figura 3), lo que genera la formación de un sistema de vientos conocido como *gap winds* (Schultz *et al*, 1997; Steenburgh *et al*, 1997), que resultan de la combinación de condiciones meteorológicas de gran escala y características topográficas locales. Estos vientos son conocidos localmente como Tehuanos, y están relacionados con descensos de la temperatura superficial del mar en el Golfo de Tehuantepec y con la generación de cierto tipo de corrientes oceánicas conocidas como *eddies* (Romero-Centeno *et al*, 2003; Trasviña *et al*, 2003).

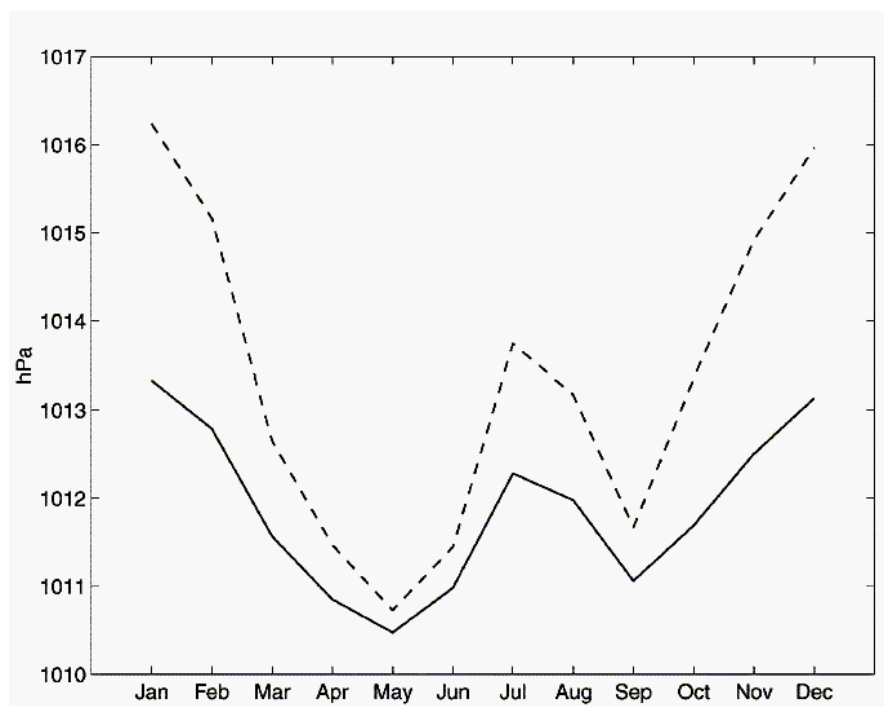


**Figura 1.** Istmo de Tehuantepec. Las primeras dos líneas de contorno corresponden a los 50 y 200 m, respectivamente; las subsiguientes son a cada 250 m (Tomado de Romero-Centeno *et al*, 2003).



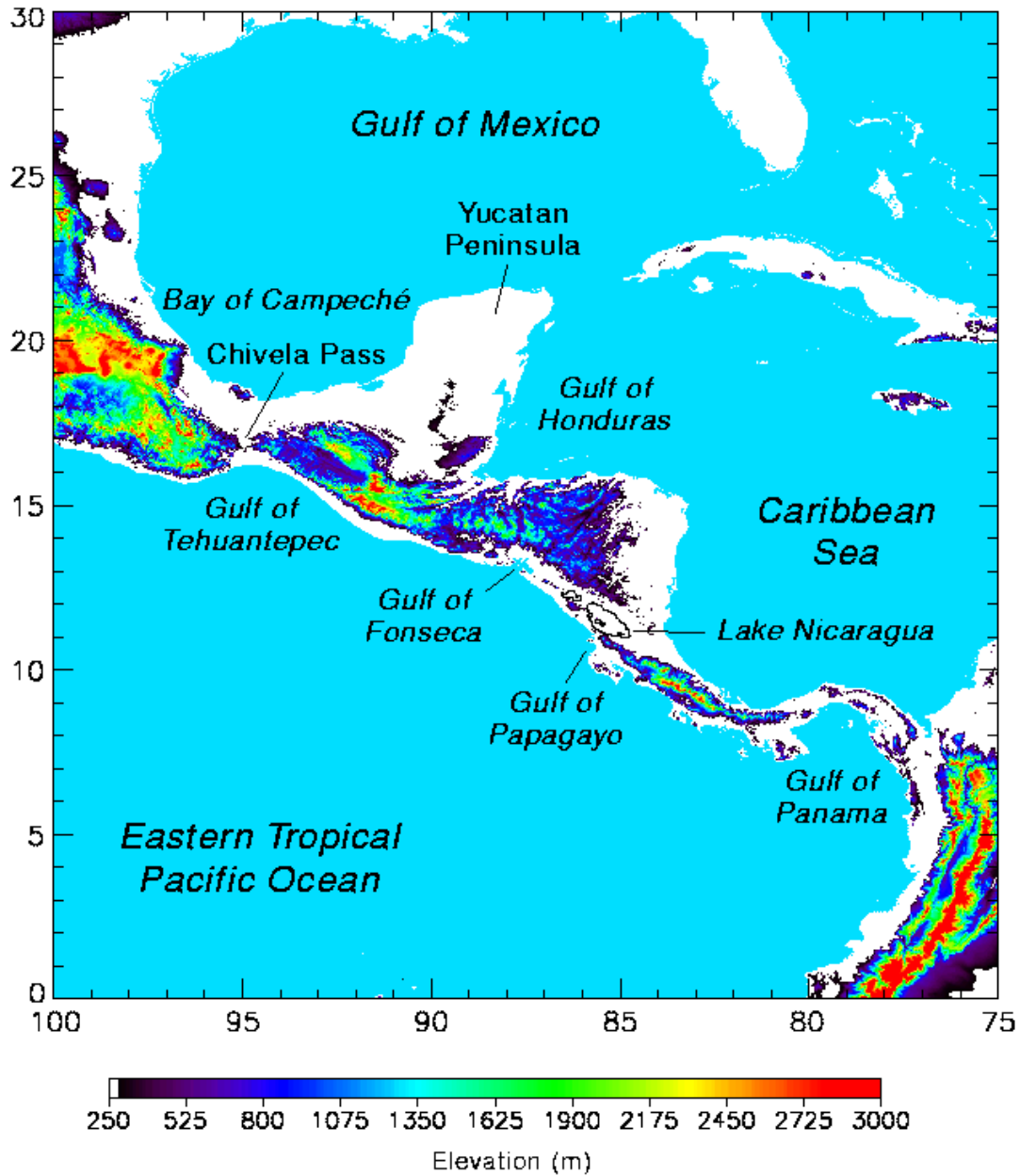
Diversos estudios indican que los sistemas de alta presión formados sobre las Grandes Planicies de Norteamérica, provocan una importante diferencia de presión atmosférica entre el Golfo de México y el Golfo de Tehuantepec. Aunque esta diferencia de presión se mantiene a lo largo del año, el gradiente de presión es mayor durante los meses de noviembre a febrero y tiene un máximo relativo en julio (Figura 2).

Por otra parte, el gradiente de presión puede acentuarse durante varias ocasiones a lo largo del año a consecuencia del ingreso de ondas frías, generando vientos en la desembocadura del Paso Chivela que pueden superar con facilidad los 20 m/s (72 km/h), y con rachas de 30 m/s (108km/h) y más (Romero-Centeno *et al*, 2003).



**Figura 2.** Presión atmosférica media mensual de largo plazo al nivel del mar para los puntos  $P_{GT}$  (15°N, 95°W) en el Golfo de Tehuantepec (línea continua), y  $P_{GM}$  (20°N, 95°W) en el Golfo de México (línea punteada), según se muestran en la Figura 1. (Tomado de Romero-Centeno *et al*, 2003).



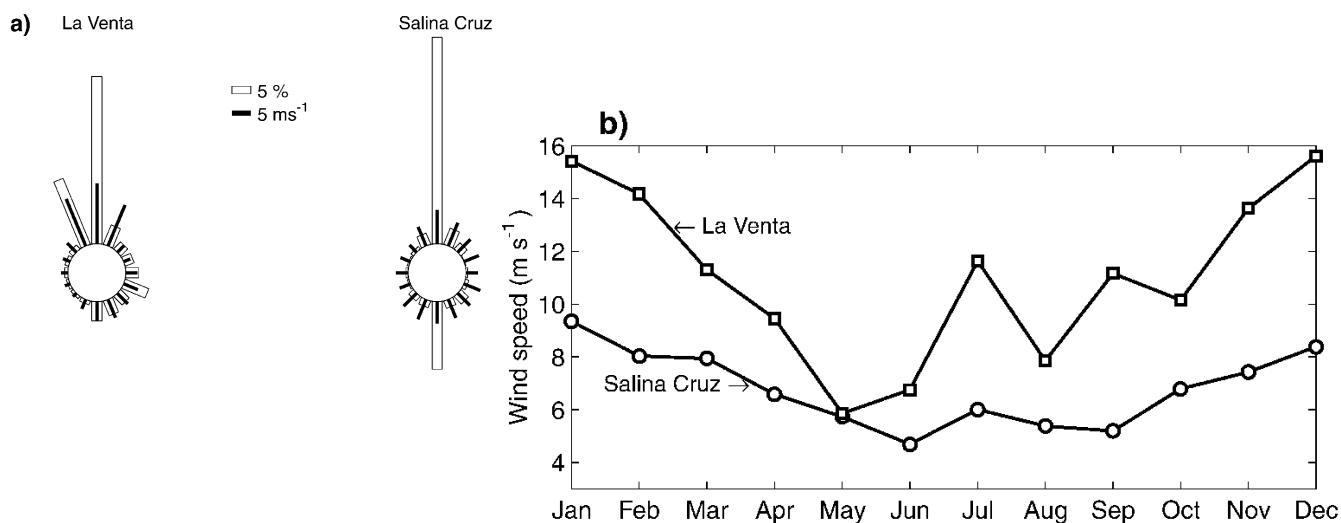


**Figura 3.** Topografía del Istmo de Tehuantepec y Centroamérica. Las superficies en blanco se ubican por debajo de la cota de los 250 msnm. (Tomado de Chelton *et al*, 2003).



### Ciclo anual

La distribución de frecuencias de las direcciones del viento en las estaciones de Salina Cruz y La Venta, en Oaxaca, indican que los vientos del norte son dominantes y más fuertes que los de otras direcciones. En conjunto, los vientos del NNW, N y NNE integran el 61,3% y el 67,4% de los registrados en Salina Cruz y La Venta, respectivamente (Figura 4). Por otro lado, dichas estaciones solo incluyen un 17,6% y un 5,0% de vientos del sur y un 6,4 y 0,8% de calmas, respectivamente (Romero-Centeno *et al*, 2003).



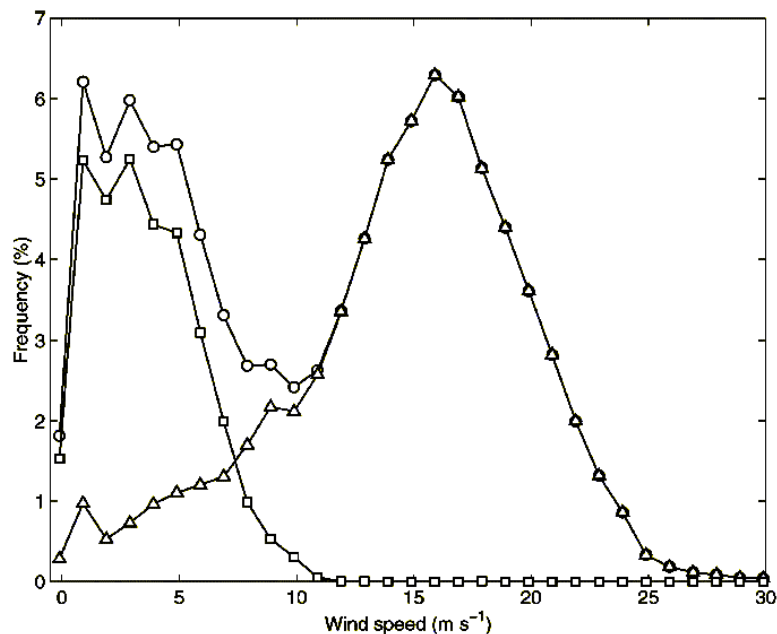
**Figura 4. a)** Direcciones y **b)** Velocidades medias del viento a largo plazo en La Venta y Salina Cruz, Oaxaca. (Tomado de Romero-Centeno *et al*, 2003).

La velocidad media anual del viento en Salina Cruz es de 6,9 m/s (24,8 km/h) con desviación estándar de 4,0 m/s (14,4 km/h), y en La Venta es de 11,2 m/s (40,3 km/h) con desviación estándar de 6,8 m/s (24,5 km/h). La variabilidad estacional de ambas localidades muestra que los vientos más intensos se presentan durante el invierno, con máximos en diciembre y enero, y disminuyen en el verano, con mínimos en mayo en La Venta y en junio en Salina Cruz. Sin embargo, se observa un máximo relativo de la velocidad durante julio, que parece estar relacionado con la disminución relativa de la precipitación a la mitad de la temporada de lluvias, que se presenta en gran parte de la república (también llamada canícula o sequía intraestival).



### *Dirección y velocidad del viento*

Una característica del viento en La Venta, es que la distribución de frecuencias de su velocidad es bimodal (Figura 5), con máximos alrededor de los 4,0 m/s (14,4 km/h) y los 16,5 m/s (59,4 km/h), y que esa bimodalidad está fuertemente relacionada con la dirección de los vientos, en que los vientos más intensos provienen del intervalo o rango de direcciones NNW-N-NNE, que se pueden agrupar en un conjunto denominado *rango norte*, distinguiéndolos del resto de las direcciones como un conjunto *rango no-norte*.



**Figura 5.** Distribución de frecuencias de los vientos observados en La Venta considerando todas las direcciones (círculos), vientos del rango norte (triángulos) y todas las otras direcciones (cuadros). Tomado de Romero-Centeno *et al* (2003).

De noviembre a febrero los vientos del rango norte se presentan en 75% del tiempo, con máximas frecuencias en noviembre y diciembre y máxima intensidad en enero. A partir de marzo hay un importante decremento en la frecuencia, aunque se siguen presentando vientos de cierta intensidad hasta abril. A finales de primavera y el verano (entre mayo y septiembre) los vientos reducen su intensidad, aunque se presenta el incremento relativo, ya mencionado, en la intensidad y frecuencia de los vientos en el mes de julio (Romero-Centeno *et al*, 2003).



No obstante, es importante señalar que existe una alta variabilidad interanual en los patrones de viento. Por ejemplo, como muestra la Tabla 1, los vientos del rango norte del verano de 1994 alcanzaron el 71% de los registros, mientras que los del mismo periodo de 1995 para el mismo grupo solo contabilizaron el 47% (Romero-Centeno *et al*, 2003).

	Media (m/s)	% Norte	Norte (m/s)	% No-Norte	No-Norte (m/s)	
<b>1994</b>	Ene	16,0	79	19,4	21	3,5
	Feb	14,1	80	17,2	20	3,5
	Mar	10,8	53	17,9	47	3,3
	Abr	9,4	52	15,2	48	3,4
	May	7,4	57	11,0	43	3,4
	Jun	6,3	45	11,6	55	2,6
	Jul	12,0	84	13,8	16	3,2
	Ago	10,4	80	12,5	20	2,6
	Sep	12,5	87	13,9	13	3,1
	Oct	9,8	65	13,6	35	3,2
	Nov	13,6	88	15,0	12	3,7
	Dic	16,2	94	16,9	6	4,3
	<b>Anual</b>	<b>11,5</b>	<b>71</b>	<b>15,0</b>	<b>29</b>	<b>3,1</b>
<b>1995</b>	Ene	14,8	76	18,4	24	3,6
	Feb	14,1	78	16,9	22	4,2
	Mar	11,8	57	16,7	43	5,1
	Abr	9,5	40	16,2	60	5,1
	May	4,3	5	6,1	95	4,3
	Jun	7,4	51	10,4	49	4,2
	Jul	11,3	76	13,9	24	3,4
	Ago	5,3	30	10,6	70	3,0
	Sep	9,9	77	11,7	23	3,7
	Oct	10,5	62	13,8	38	5,1
	Nov	14,0	82	16,3	18	3,0
	Dic	15,0	82	17,2	18	5,2
	<b>Anual</b>	<b>10,6</b>	<b>59</b>	<b>15,0</b>	<b>41</b>	<b>4,2</b>
Verano 1994	9,4	71	12,8	29	3,0	
Invierno 94-95	12,5	71	16,3	29	4,4	
Verano 1995	7,5	47	11,9	53	3,8	

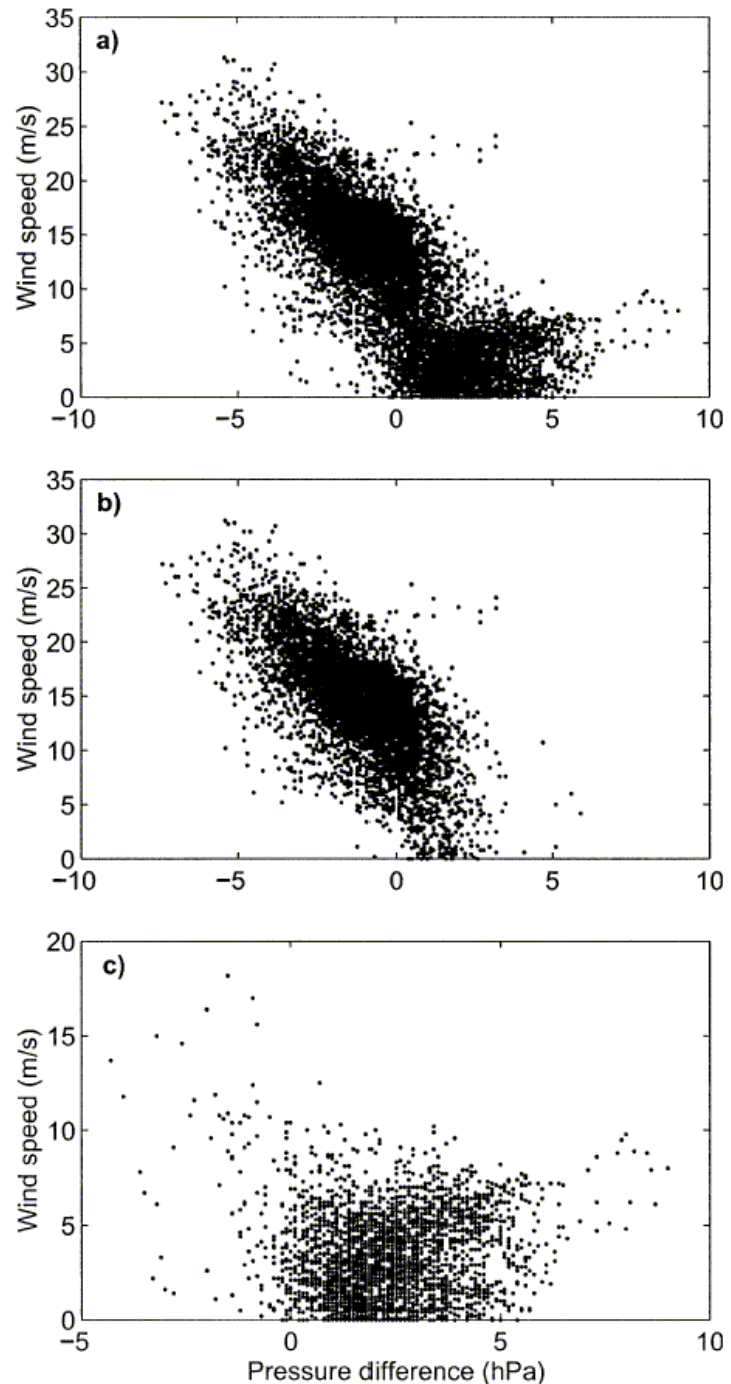
**Tabla 1.** Velocidad y frecuencias del viento, mensuales y anuales, en La Venta para el periodo 1994-1995, considerando todas las direcciones (media) y los vientos agrupados en rango norte (NNW-N-NNE) y en rango no norte (resto de las direcciones). Tomado de Romero-Centeno *et al* (2003).



### ***Relación presión atmosférica – vientos***

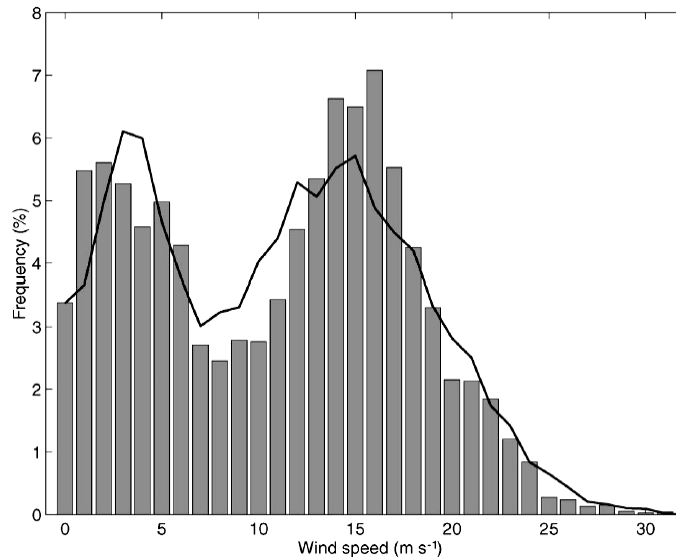
Diversos estudios han mostrado que vientos fuertes del norte en el Istmo de Tehuantepec, se relacionan con sistemas de alta presión de latitudes medias que penetran al Golfo de México. Esto se puede observar en el diagrama de dispersión de la Figura 6, que muestra la relación de las diferencias de presión al nivel del mar entre Salina Cruz, Oax. y Coatzacoalcos, Ver. y la velocidad del viento registrada en La Venta, Oax. Se pueden observar dos clusters: uno asociado principalmente a valores negativos de la diferencia de presión y vientos intensos, y el otro para valores positivos de la diferencia de presión y vientos débiles.

**Figura 6.** Diagrama de dispersión de la velocidad del viento en La Venta y la diferencia de presión al nivel del mar entre Salina Cruz y Coatzacoalcos, considerando a) todos los vientos, b) vientos del rango norte y c) vientos del rango no-norte. (Tomado de Romero-Centeno *et al*, 2003).

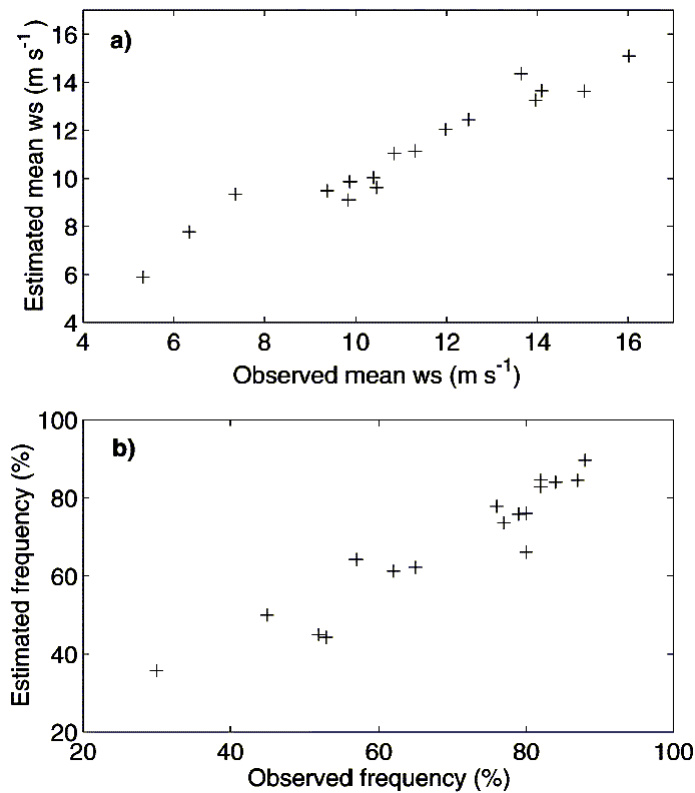




La relación entre los vientos y el gradiente de presión en el istmo, ha permitido usar un modelo de regresión lineal para estimar la velocidad del viento a partir del gradiente de presión, que reproduce bien la media, la dispersión estándar y la bimodalidad de los vientos en La Venta (Figuras 7 y 8).



**Figura 7.** Distribución de frecuencias de la velocidad del viento observada en La Venta (barras) y la estimada a partir de la diferencia de presión entre Salina Cruz y Coatzacoalcos (línea). Tomado de Romero-Centeno *et al* (2003).



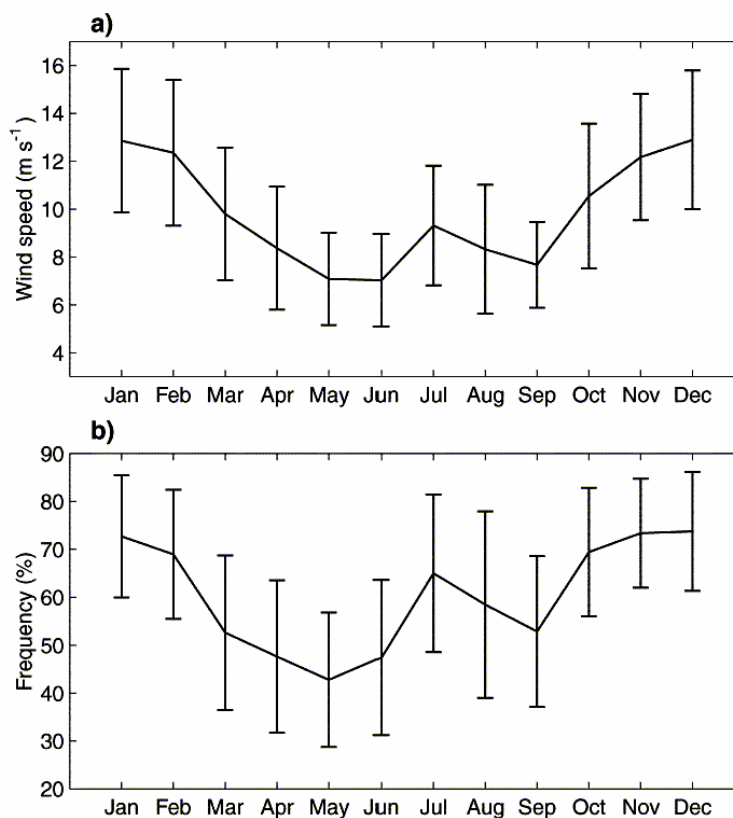
**Figura 8.** Diagrama de dispersión de: **a)** velocidades medias mensuales observadas y estimadas (correlación **0,97**), y **b)** frecuencias de los vientos del rango norte (correlación **0,95**), calculados a partir de datos horarios. (Tomado de Romero-Centeno *et al*, 2003).



### *Variabilidad estacional*

Las velocidades medias del viento de largo plazo estimadas en el modelo muestran vientos fuertes durante el invierno, con valores máximos en diciembre y enero, alrededor de los 12,9 m/s (46,4 km/h) y vientos relativamente débiles durante el verano con valores mínimos en mayo y junio, de 7 m/s (25,2 km/h) y un máximo relativo de velocidad del viento en julio, una característica observada en las mediciones realizadas tanto en La Venta como en Salina Cruz.

El porcentaje de vientos del rango norte estimados por el modelo también muestra una fuerte señal estacional, con mayores valores alrededor del invierno (de octubre a febrero) y un máximo relativo en julio, aunque también es posible observar una alta variabilidad interanual, es decir, una mayor desviación estándar, en los meses de mayo a septiembre (Figura 9).



**Figura 9. a)** Velocidades medias mensuales y **b)** frecuencias medias mensuales de vientos del rango norte estimadas por el modelo en La Venta. Las barras de error representan +/- 1 desv. std. (Tomado de Romero-Centeno *et al*, 2003).



### ***Variabilidad interanual: ENSO***

El impacto de ENSO en la variabilidad interanual de los vientos en la región, se ha estudiado a partir del análisis de las medias mensuales y las desviaciones estándar de los vientos modelados para el periodo 1964-1995, considerando las fases de ENSO según el índice de la JMA (Agencia Meteorológica de Japón)<sup>1</sup>. Según este índice, el periodo modelado incluye ocho años considerados como El Niño: 1965, 1969, 1972, 1976, 1982, 1986, 1987 y 1991, y siete años La Niña: 1964, 1967, 1970, 1971, 1973, 1975 y 1988 (Romero-Centeno *et al*, 2003).

Las velocidades medias mensuales de largo plazo durante años La Niña en La Venta, son más débiles que durante años normales y años El Niño. La comparación entre medias usando la prueba *t* de Student, indica que las velocidades medias del viento durante años La Niña son significativamente menores que para los años neutrales para los periodos febrero-marzo, junio-septiembre y noviembre a un 90% de nivel de confianza. Mientras que para los años El Niño, las velocidades medias del viento para abril-mayo y agosto-octubre son mayores que durante años neutrales a un 80% de nivel de confianza.

Durante años La Niña, los vientos del rango norte son menos frecuentes que durante años El Niño o años neutrales, presentando valores significativamente menores que en los años neutrales de junio a noviembre a un 96% de nivel de confianza. La ocurrencia de vientos del rango norte durante años El Niño, no muestra una diferencia significativa en comparación con años neutrales, excepto para mayo y septiembre.

La variabilidad interanual de eventos fuertes, se probó calculando la frecuencia de vientos de intensidades mayores a 30m/s (108 km/h) en La Venta, que ocurren de octubre a abril, siendo mayor durante años El Niño que durante años La Niña en todos los meses, excepto febrero.

---

<sup>1</sup> El índice de la JMA, es una media móvil mensual del promedio espacial de la anomalía de la temperatura superficial del mar sobre el Pacífico Tropical. Si el valor del índice es 0,5° C (-0,5° C) o mayor (menor) para seis meses consecutivos, incluyendo octubre-noviembre-diciembre, el año ENSO de octubre al siguiente septiembre es categorizado como un año de El Niño (La Niña). Para todos los otros valores el año es categorizado como neutral.



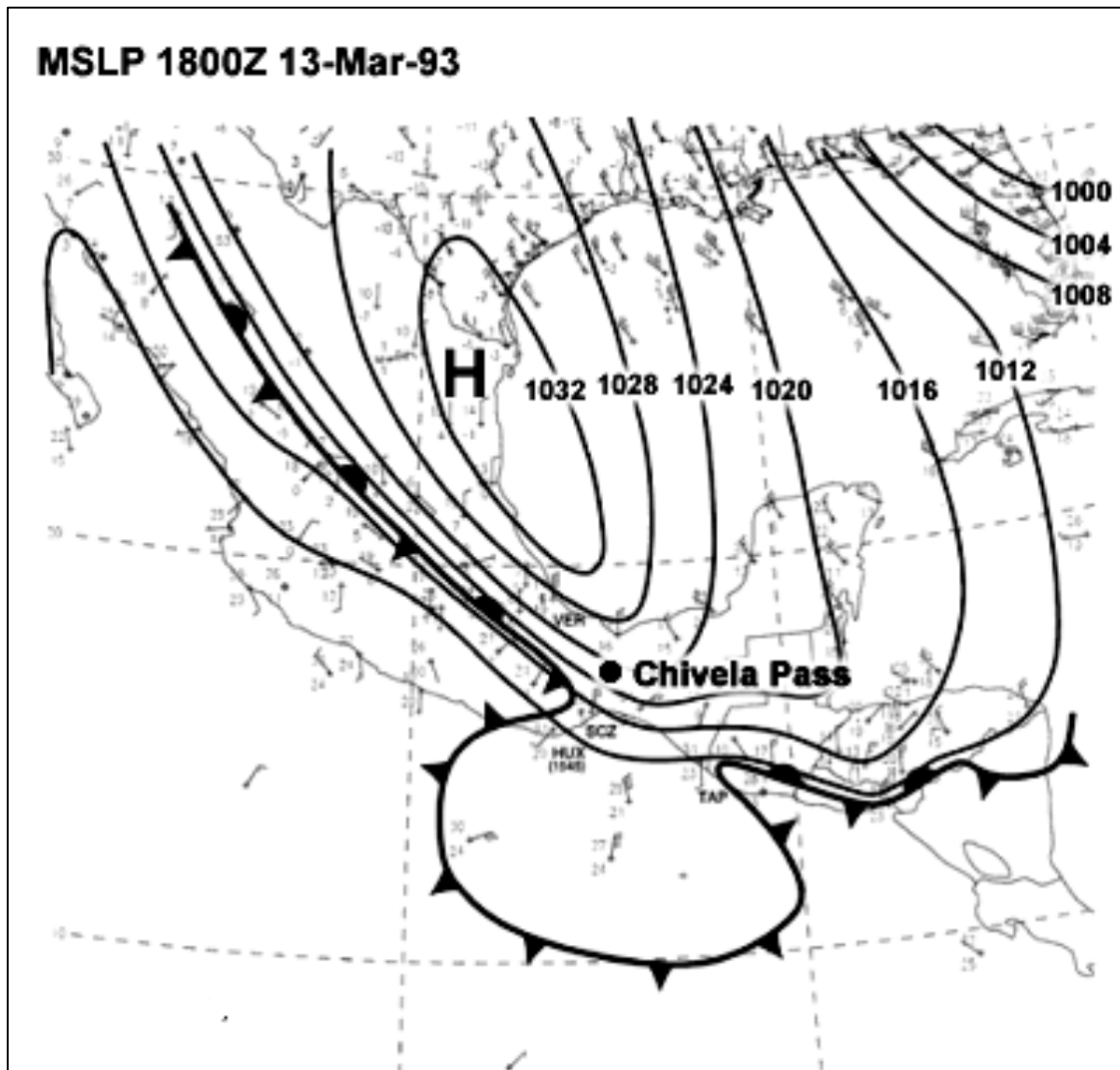


## **Estructura y evolución del flujo de viento de la desembocadura del Paso Chivela en el Golfo de Tehuantepec**

El intenso flujo de viento que surge (*Gap Outflow*) en la desembocadura del Paso Chivela hacia el Golfo de Tehuantepec, tiene un fuerte efecto en la meteorología y oceanografía de México, Centroamérica y el este del Océano Pacífico. Activados y reforzados por ondas frías provenientes del norte del Golfo de México, los vientos en la desembocadura del paso Chivela en eventos fuertes alcanzan con facilidad los 20 m/s (72 km/h) y se han registrado rachas extremas de 60 m/s (216 km/h) en la región costera de las Lagunas Superior e Inferior, cerca de las poblaciones de Juchitán y La Venta, en Oaxaca.

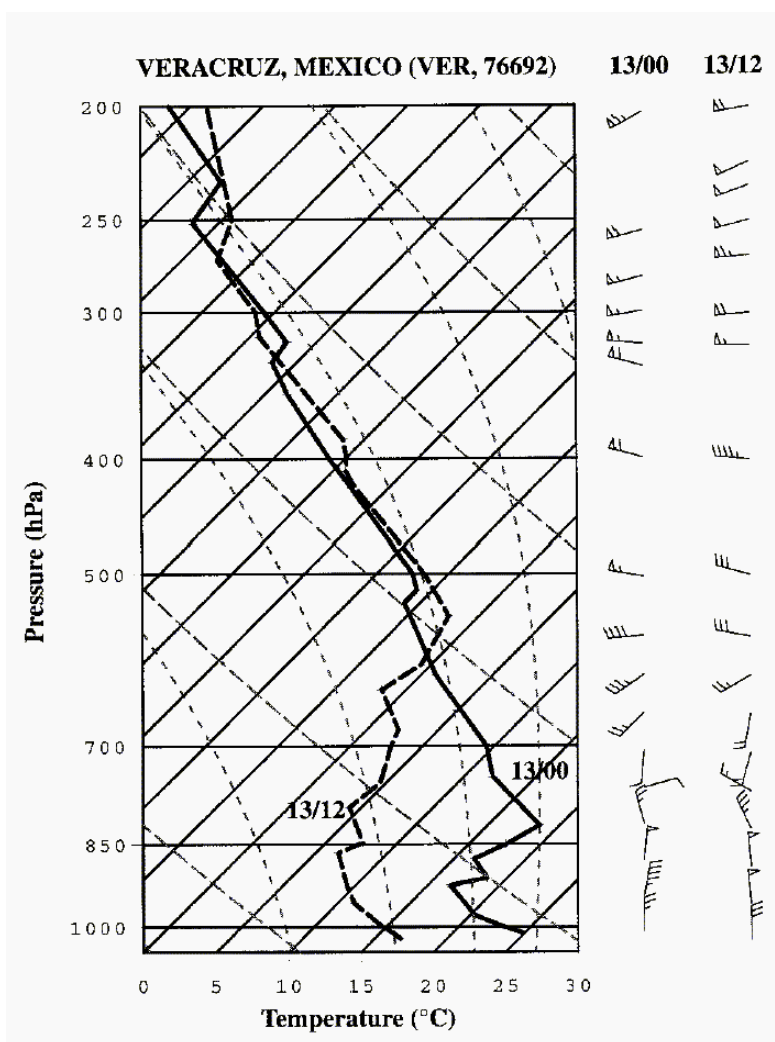
Estas corrientes pueden provocar circulación del agua superficial y subsuperficial en las cercanías de la región costera, provocando descensos de temperatura de 8°C y más en unas pocas horas, y desplazando agua rica en nutrientes y fitoplancton hacia la superficie (Trasviña *et al*, 2003). Sin embargo, relativamente pocos estudios han examinado como se desarrolla el flujo de viento después de la salida del mismo de una brecha o paso topográfico, como es el Paso Chivela.

Se describe la estructura y evolución del flujo de salida del mismo sobre el Golfo de Tehuantepec durante la onda fría del 12 al 14 de marzo de 1993, que estuvo asociada a una perturbación atmosférica tipo ciclónico de latitud media, conocida como *Superstorm 93* (SS93), y que provocó el desplazamiento de una fuerte onda fría a lo largo de la Sierra Madre, en dirección del Ecuador, a través de México y Centroamérica, alcanzando vientos de 20 m/s (72 km/h) y con descensos de temperatura de 15° C (Schultz *et al*, 1997). Este fenómeno provocó un flujo importante de los denominados vientos Tehuanos sobre el Golfo de Tehuantepec, y que se caracterizó también por la presencia de una formación de un cordón de nubes en forma de arco sobre el Pacífico (Steenburgh *et al*, 1997).



**Figura 10.** Mapa de superficie analizado manualmente, para las 1800 UTC del 13 de marzo de 1993. Isobaras a cada 4 hPa. Vientos: un banderín, lengüeta completa, media lengüeta y círculo denotan 25 m/s, 5 m/s, 2,5 m/s y menos de 1,25 m/s, respectivamente (Tomado de Steenburgh *et al*, 1997).

En la Figura 10 se presenta un mapa de superficie elaborado manualmente para las 1800 UTC del 13 de marzo de 1993, donde puede verse que la onda fría ha penetrado territorio nicaragüense y ha formado una bolsa de flujo de varios cientos de kilómetros y un cordón de nubes sobre el Golfo de Tehuantepec y el Océano Pacífico, que puede apreciarse claramente en la Figura 12 (Steenburgh *et al*, 1997), donde algunas embarcaciones reportaron vientos de 15 y 20 m/s (54 y 72 km/h).

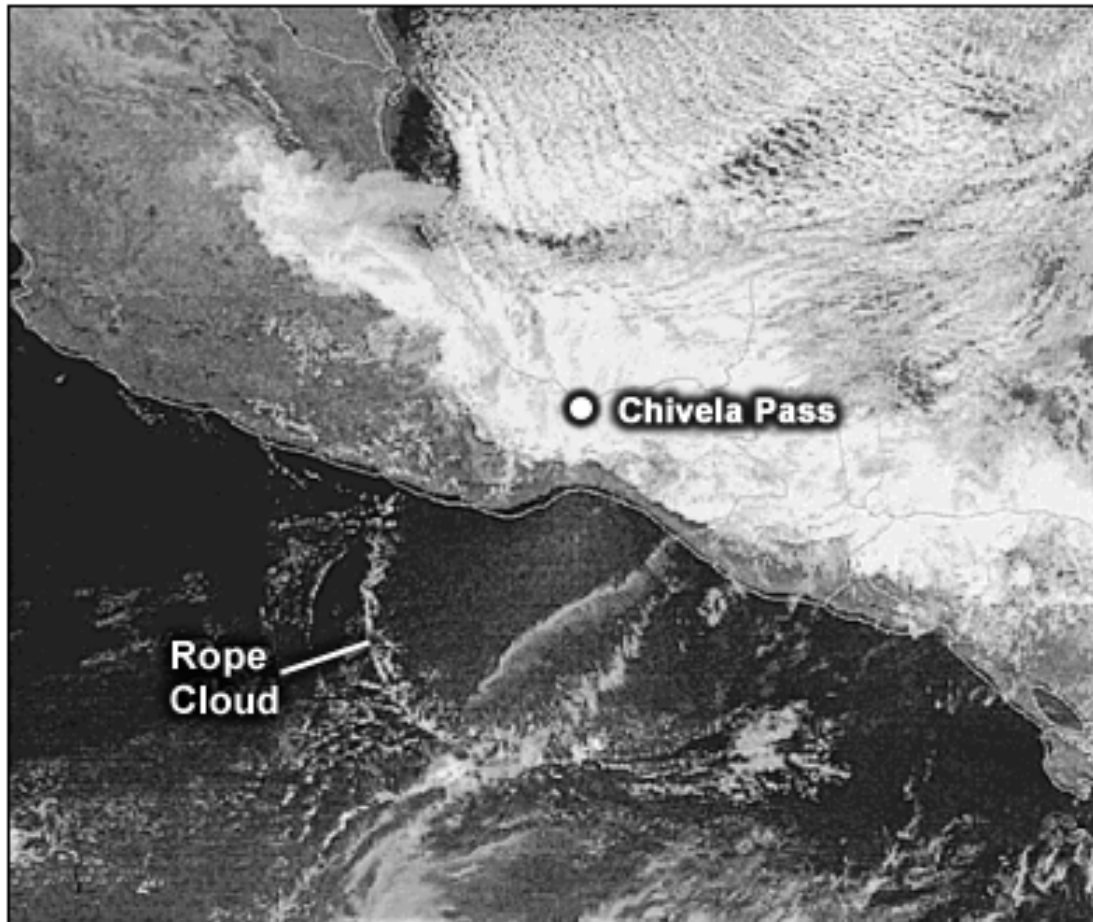


**Figura 11.** Temperatura y perfiles del viento en Veracruz, México (VER) a las 0000 y a las 1200 UTC del 13 de marzo. Vientos: un banderín, lengüeta completa, media lengüeta y círculo denotan 25 m/s, 5 m/s, 2,5 m/s y menos de 1,25 m/s, respectivamente (Tomado de Steenburgh *et al*, 1997).

El radiosondeo del puerto de Veracruz a las 0000 y las 1200 UTC del 13 de marzo muestra la estructura vertical de la onda fría con una capa de mezcla muy cercana a la superficie y capas estables alrededor de los 800 hPa. Es posible observar que los vientos del norte asociados a la onda fría se presentan desde la superficie y hasta aproximadamente los 800 hPa, sobre este nivel los vientos proceden del sur y el oeste (Figura 11).



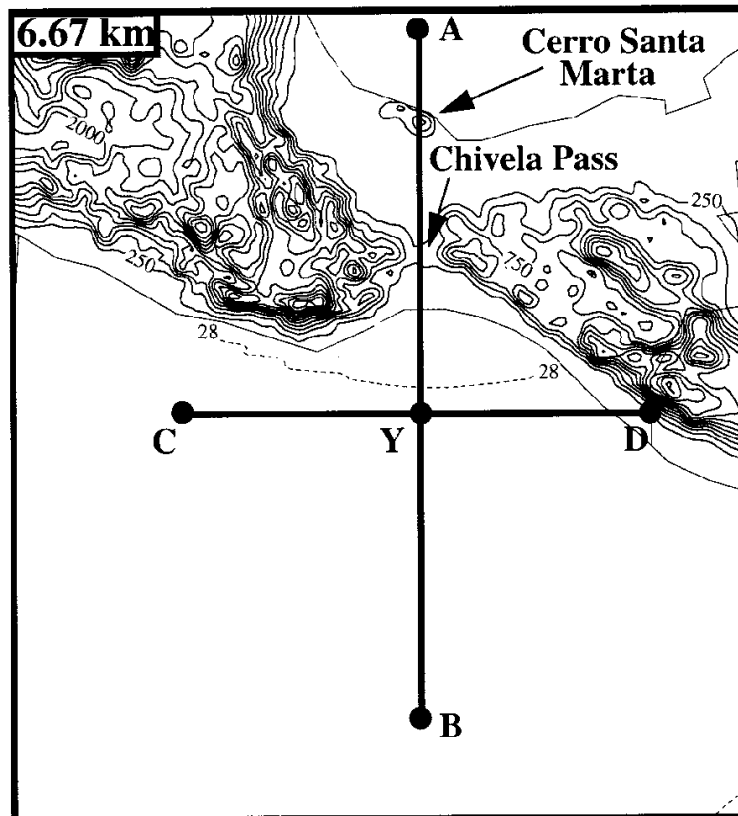
## GOES VIS image, 1800Z 13-Mar-93



**Figura 12.** Imagen de satélite GOES-7 en visible a las 1800 UTC del 13 de marzo de 1993, correspondiente a la misma área que en la Figura 8 (Tomado de Steenburgh *et al*, 1997).

Las isocronas del cordón de nubes que aparece en la Figura 12, indican que las porciones centro y oeste giran en forma anticiclónica conforme se desplazan sobre el Océano Pacífico.

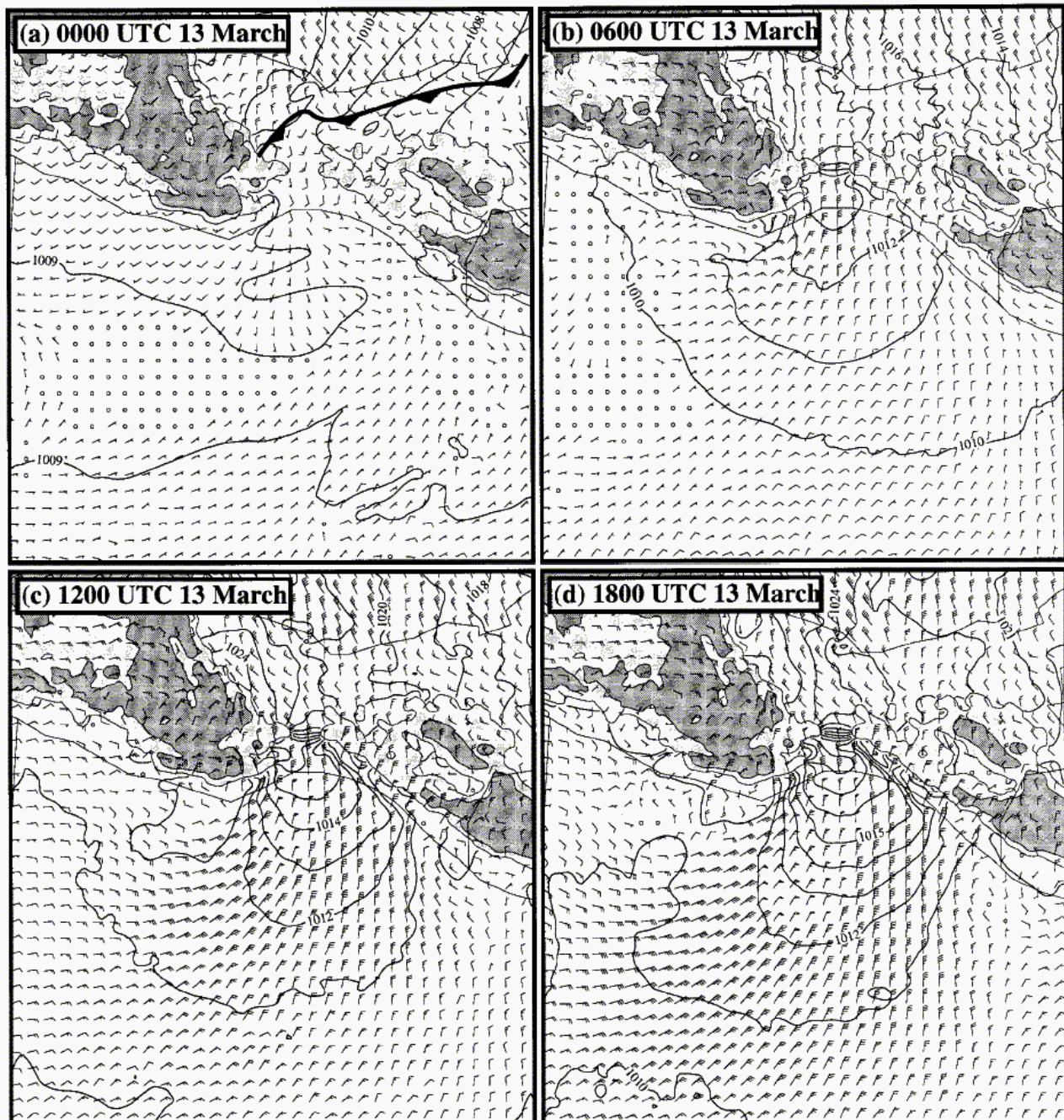
Para comprender la estructura a mesoescala y la dinámica del flujo de salida sobre el Golfo de Tehuantepec se utilizó el modelo de simulación no hidrostática MM5, con distintos dominios de resolución horizontal (Figura 13), con parametrización para vapor de agua, precipitación, agua y hielo en nubes, nieve y agua superenfriada, entre otros parámetros (Steenburgh *et al*, 1997).



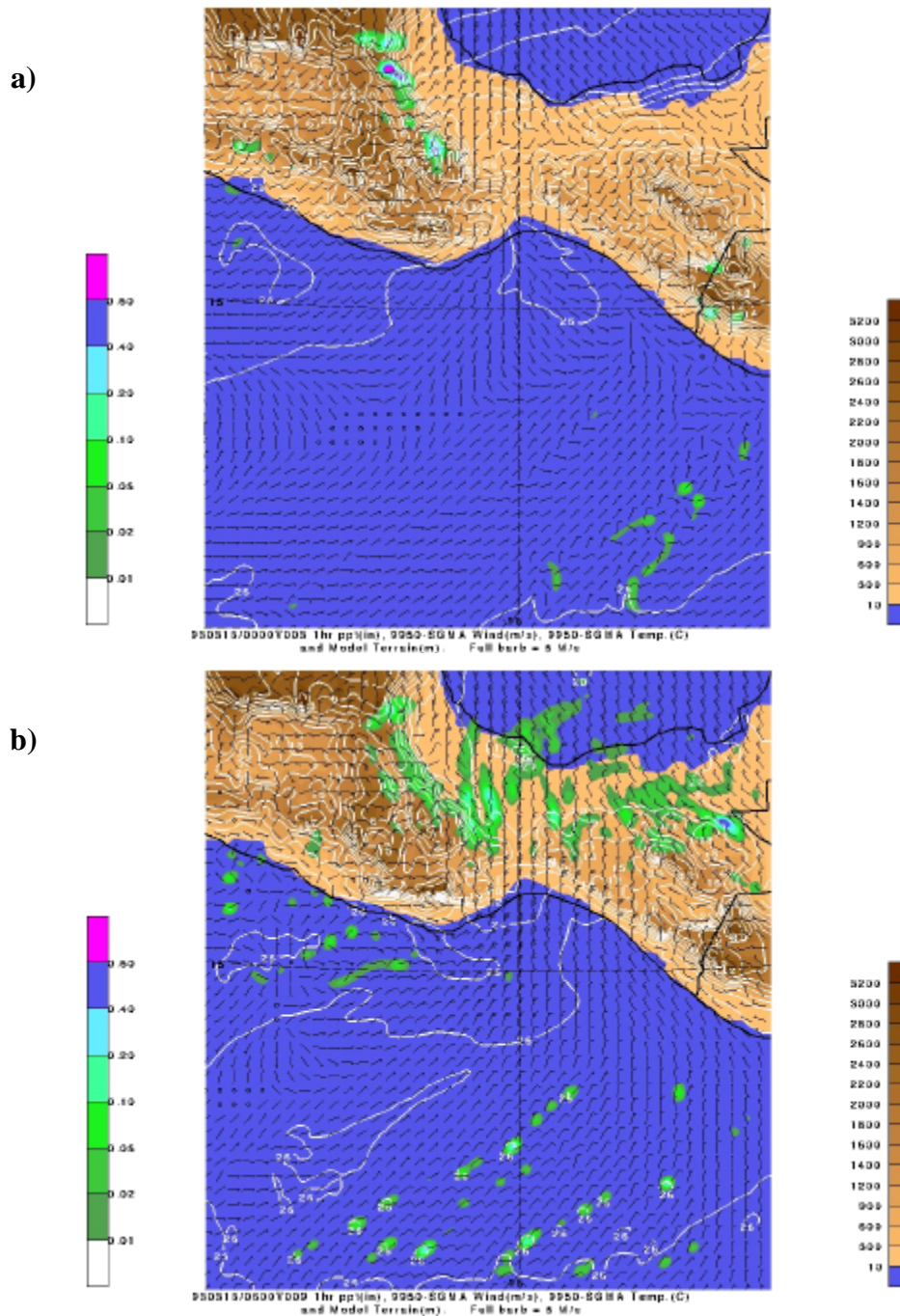
**Figura 13.** Dominio del modelo con resolución horizontal de 6,67 km. Topografía a cada 250 m.  
(Tomado de Steenburgh *et al*, 1997).

El análisis de la estructura y evolución de la onda fría y el flujo de vientos en el Golfo de Tehuantepec el día 13 de marzo se presenta en la Figuras 14 a la 16, donde se puede apreciar que a partir de las 0600 UTC y en forma muy notable a las 1200 UTC se genera un patrón anticiclónico en la parte centro y oeste del flujo de vientos, que alcanza algunos cientos de kilómetros de longitud.

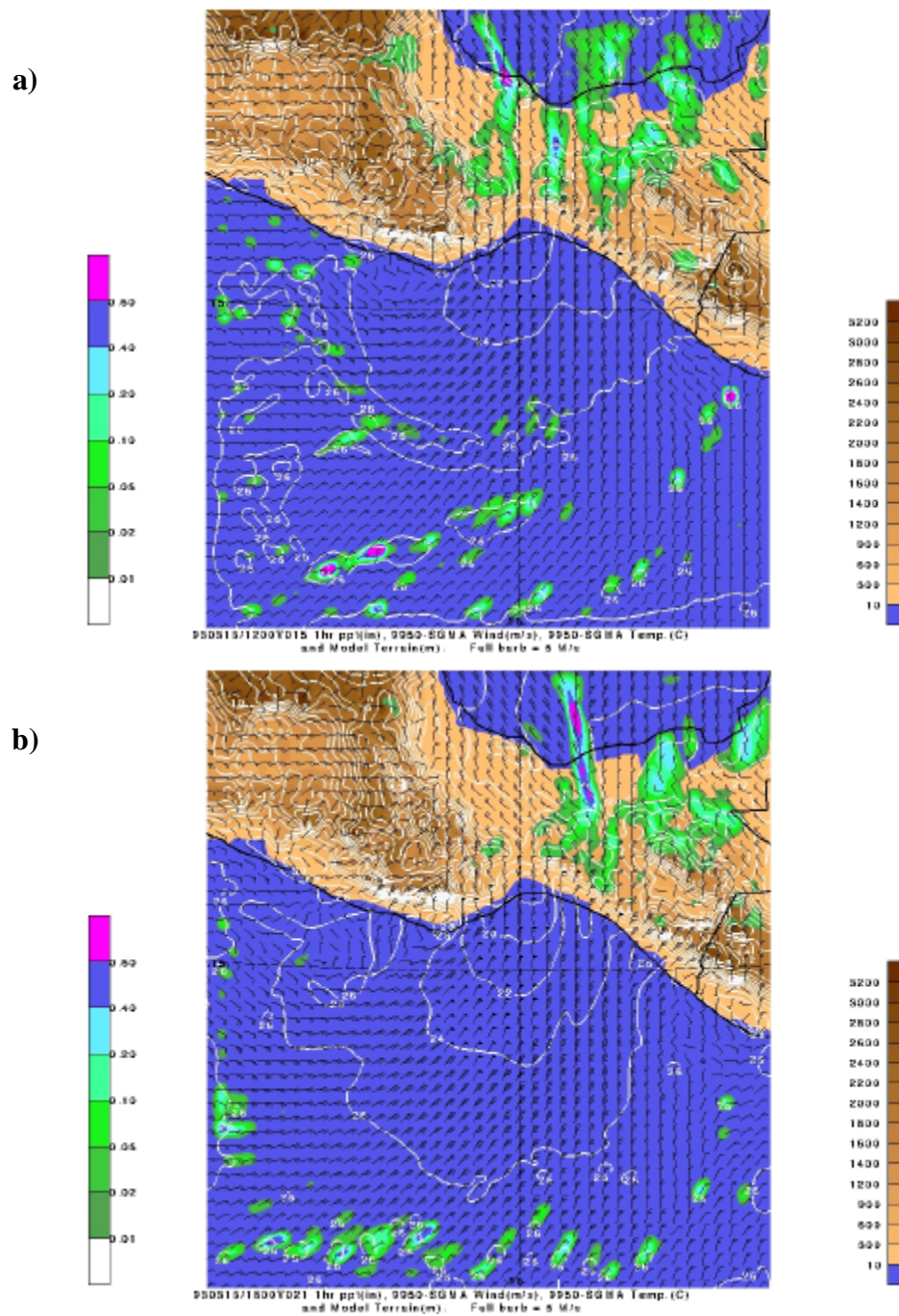
Adicionalmente, se produce una corriente de vientos muy intensos que fluyen en forma paralela a la costa del estado de Oaxaca y continúan hacia el estado de Chiapas, por lo que el patrón resultante puede ser descrito como en forma de abanico. Estos vientos costeros son, inclusive, más intensos que los que se observan en algunas áreas a mar abierto, lo que es particularmente notable a las 1200 y las 1800 UTC (Steenburgh *et al*, 1997).



**Figura 14.** Presión atmosférica (líneas sólidas a 1 hPa) y vientos obtenidos por medio del modelo a 40 m a las **a)** 0000, **b)** 0600, **c)** 1200 y **d)** 1800 UTC del 13 de marzo. Vientos: un banderín, lengüeta completa, media lengüeta y círculo denotan 25 m/s, 5 m/s, 2,5 m/s y menos de 1,25 m/s, respectivamente. (Tomado de Steenburgh *et al*, 1997).

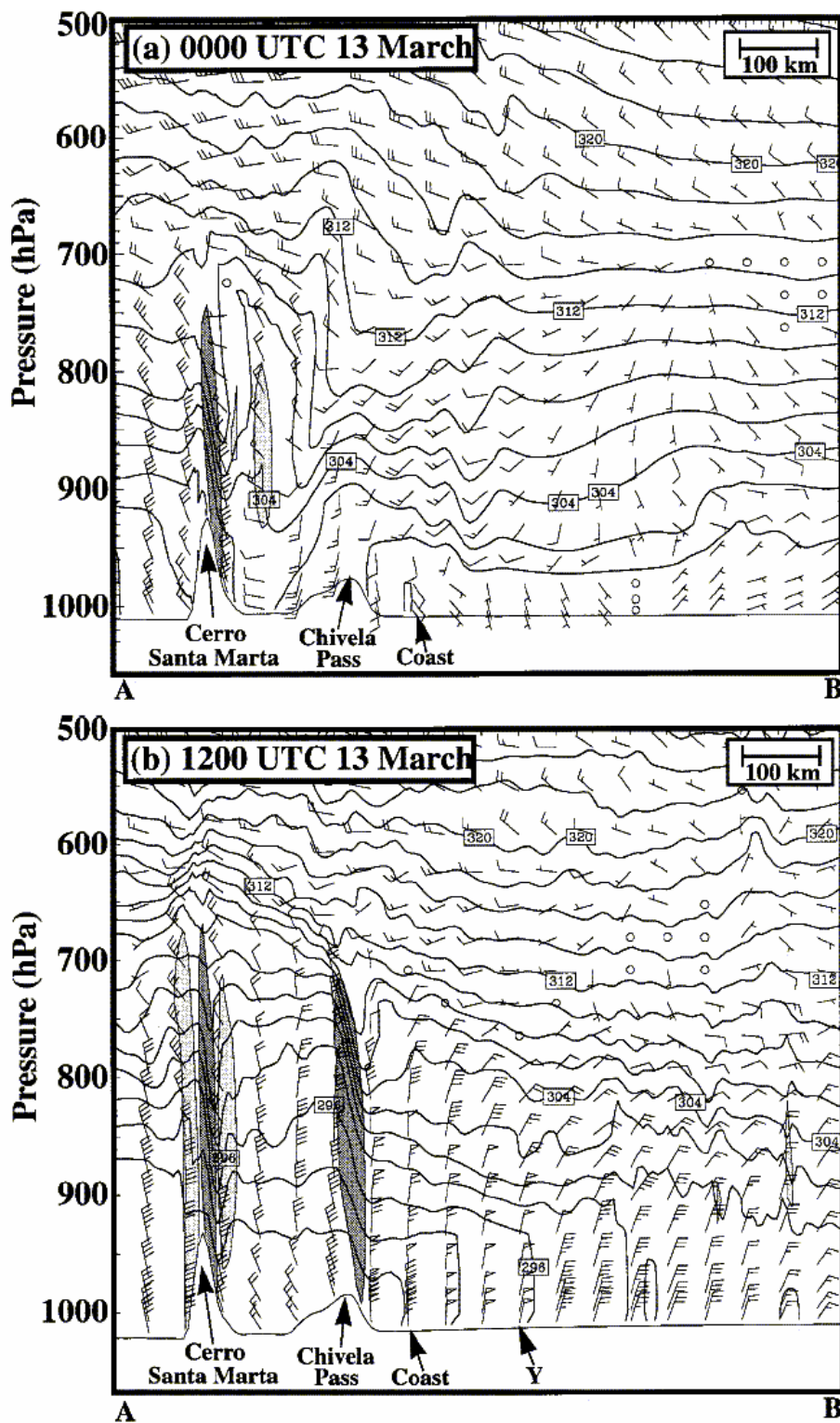


**Figura 15.** Vientos obtenidos por modelación a las **a)** 0000 y **b)** 0600 UTC del 13 de marzo de 1993. Topografía: escala a la derecha. Isobaras estimadas (líneas blancas) en °C. Vientos estimados: una lengüeta completa equivale a 5 m/s. Precipitación estimada: pulgadas por hora (escala a la izquierda). Tomado de Schultz, (2003).



**Figura 16.** Vientos obtenidos por modelación a las a) 1200 y b) 1800 UTC del 13 de marzo de 1993. Topografía: escala a la derecha. Isobaras estimadas (líneas blancas) en °C. Vientos estimados: una lengüeta completa equivale a 5 m/s. Precipitación estimada: pulgadas por hora (escala a la izquierda). Tomado de Schultz, (2003).





**Figura 17.** Secciones transversales de temperatura potencial (cada 2 K) y vientos horizontales a lo largo de la línea AB (tal como se indica en la Figura 11). **a)** a las 0000 UTC y **b)** a las 1200 UTC del 13 de marzo de 1993.

Vientos: un banderín, lengüeta completa, media lengüeta y círculo, denotan 25 m/s, 5 m/s, 2,5 m/s y menos de 1,25 m/s, respectivamente. Banderines y lengüetas en posición vertical (orientadas hacia la parte superior de la figura), corresponden a vientos provenientes del norte.

Las áreas sombreadas en color claro identifican las áreas con movimiento ascendente de magnitud superior a los  $3 \times 10^{-1} \text{ m s}^{-1}$ .

Las áreas sombreadas en color oscuro identifican las áreas con movimiento descendente de magnitud superior a los  $3 \times 10^{-1} \text{ m s}^{-1}$ .

(Tomado de Steenburgh *et al.*, 1997).



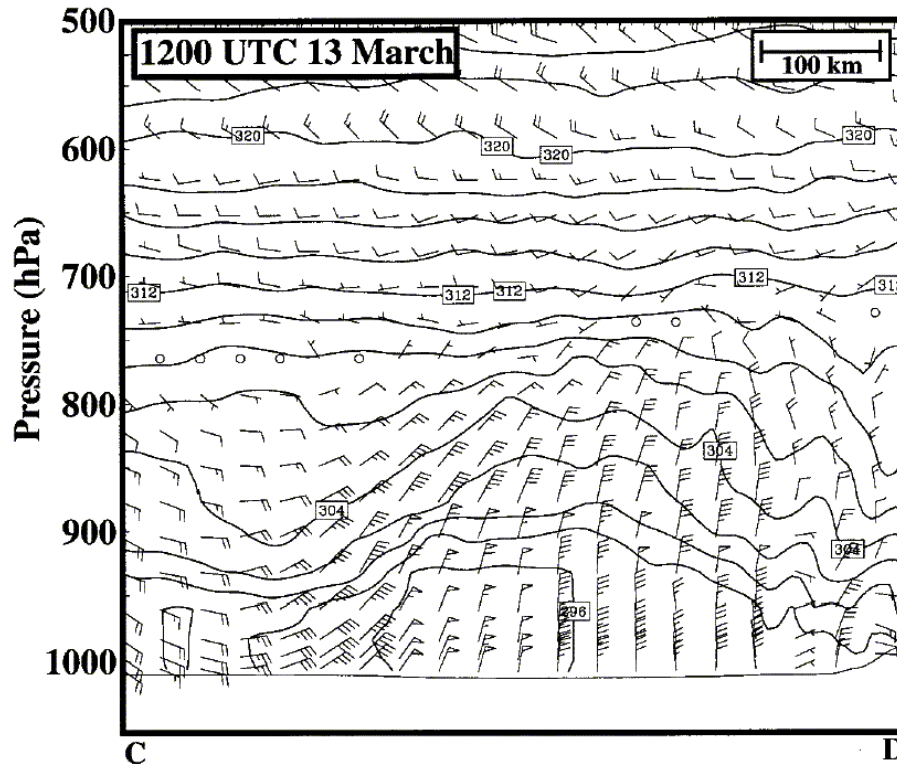
En la Figura 17 se muestra un corte transversal en dirección norte-sur a través del Paso Chivela (trayectoria AB de la Figura 13), y que expone la estructura vertical del flujo de viento. Al norte del Paso Chivela, el flujo del norte y noroeste se extiende de la superficie a los 700 hPa, arriba de lo cual el flujo procede del oeste. Esta capa delimita el límite vertical de la onda fría.

A las 1200 UTC del 13 de marzo, es posible observar el fuerte incremento en la velocidad del viento justamente encima y después de la desembocadura del Paso Chivela, que se presenta desde la superficie y hasta los 800 hPa.

El otro aspecto esencial que puede apreciarse en este corte transversal, es la magnitud de los movimientos verticales del flujo de aire relacionados con la mencionada onda de montaña, y que indican que existe un intenso flujo descendente de aire, justo en la desembocadura del Paso Chivela, con magnitud superior a los  $3 \times 10^{-1} \text{ m s}^{-1}$ , y que inicia desde los 700 hPa y llega prácticamente hasta la superficie.

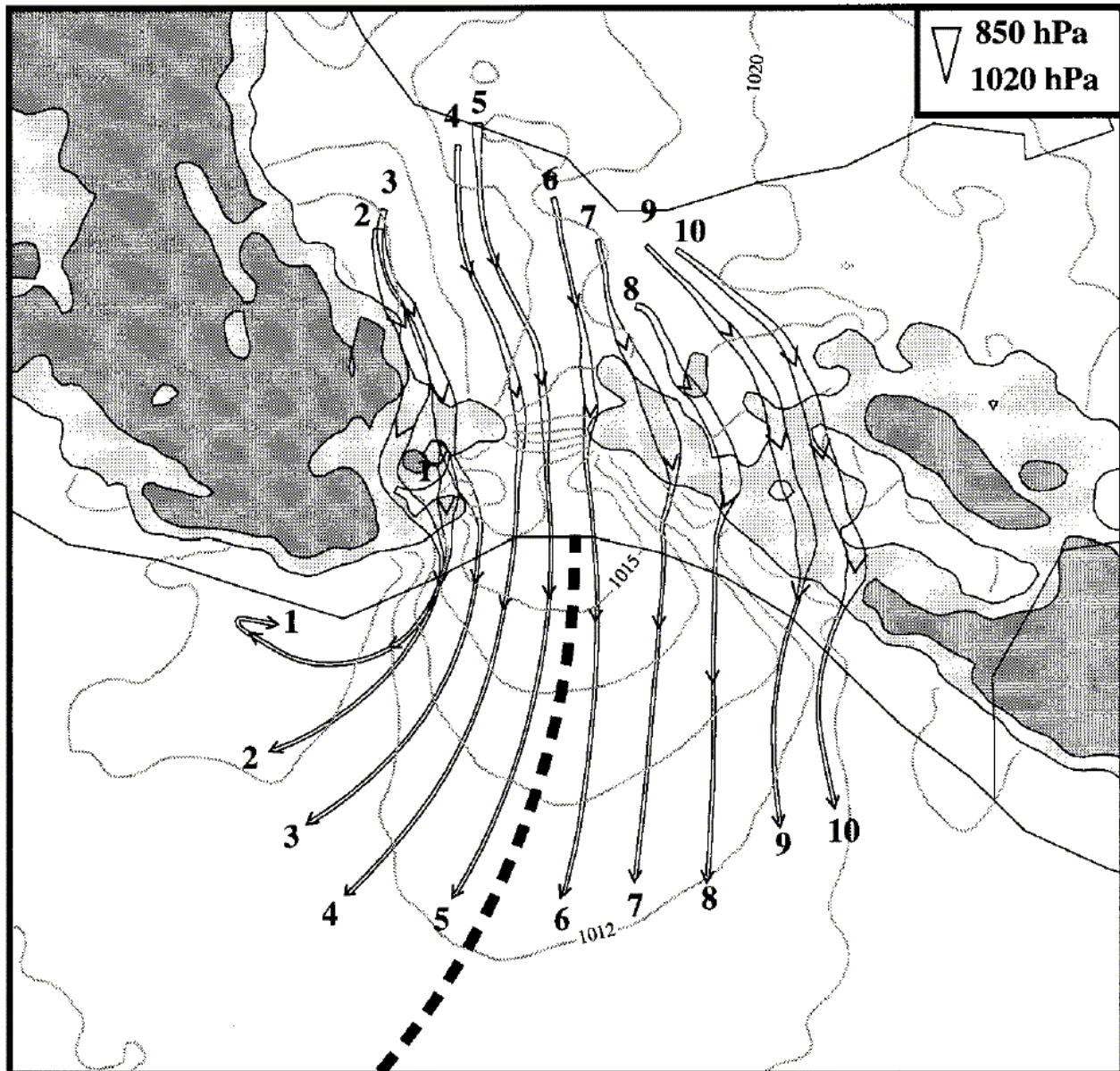
Por otra parte, en la Figura 18 se muestra el corte transversal en dirección oeste-este sobre el Golfo de Tehuantepec (trayectoria CD de la Figura 13), con los vientos de mayor intensidad provenientes del norte y ubicados entre el centro y el este del corte transversal.

Finalmente, en la Figura 19 se muestra la modelación de 10 trayectorias tridimensionales del viento a 40 m, para un periodo de 12 horas a partir de las 0000 UTC del 13 de marzo, que elucidan el flujo del aire de baja altura sobre el Paso Chivela y el Golfo de Tehuantepec. Las trayectorias 4, 5 y 6, son fuertemente aceleradas mientras cruzan el Paso y se vuelven anticiclónicas al llegar al Golfo. Por ejemplo, la velocidad de la trayectoria 5 fue inicialmente de 10 m/s (36 km/h), pero se incrementa aproximadamente a los 20 m/s (72 km/h) dentro del Paso Chivela (Steenburgh *et al*, 1997).

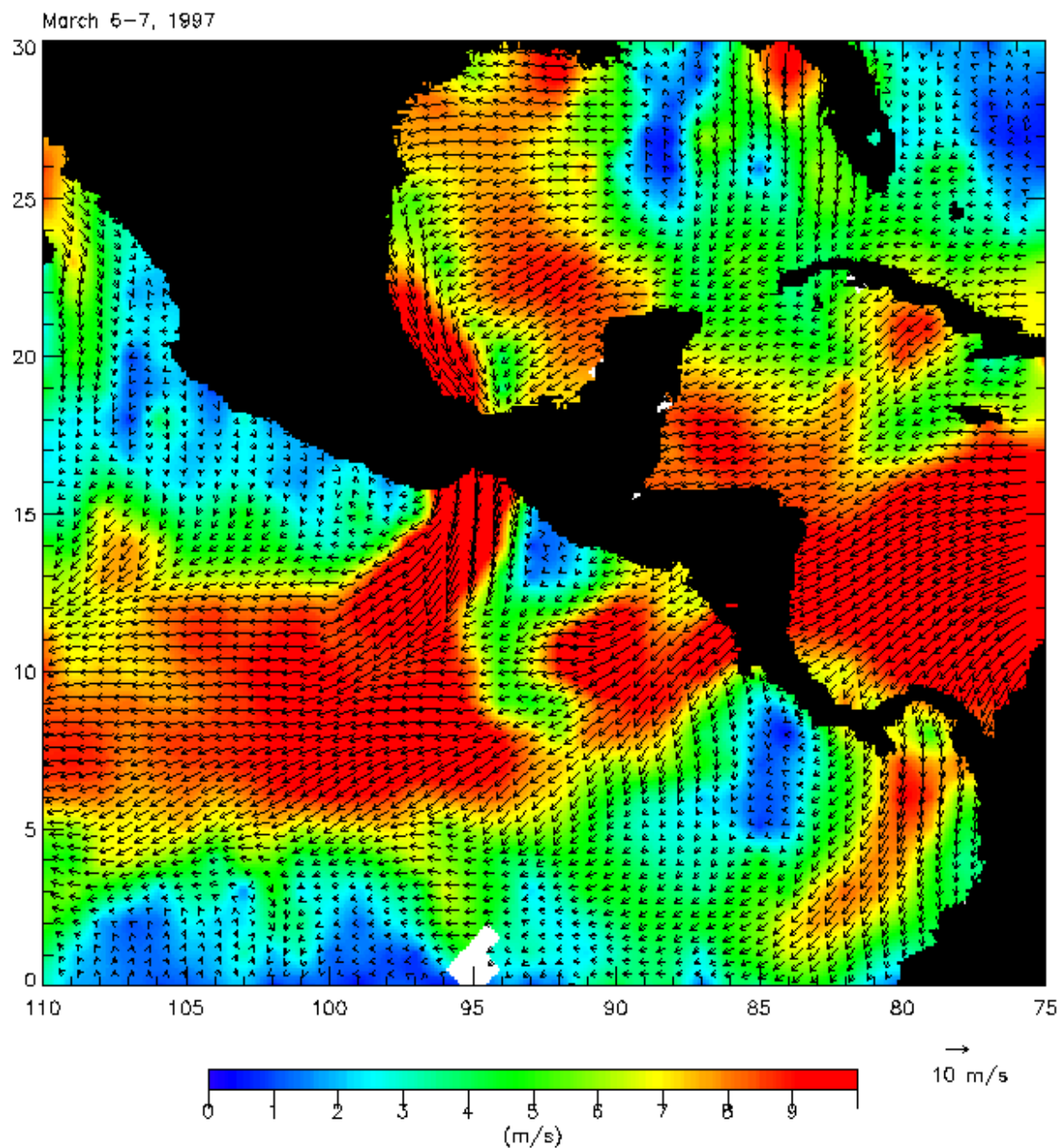


**Figura 18.** Sección transversal de temperatura potencial (cada 2 K) y vientos horizontales a lo largo de la línea CD (de la Figura 11) a las 1200 UTC del 13 de marzo de 1993. Vientos: un banderín, lengüeta completa, media lengüeta y círculo denotan 25 m/s, 5 m/s, 2,5 m/s y menos de 1,25 m/s, respectivamente. (Tomado de Steenburgh *et al*, 1997).

La trayectoria 1 se origina sobre la Sierra Madre, desciende sobre el Golfo de Tehuantepec y se vuelve agudamente anticiclónica. Las trayectorias 2 y 3 se originan al norte y este de la Sierra Madre, ascienden el terreno moderadamente elevado inmediatamente al oeste del Paso Chivela, y posteriormente descienden y se desplazan al Golfo de Tehuantepec. Las trayectorias 7 a la 10, localizadas al este del eje del flujo de viento, se caracterizan por ser relativamente rectas o seguir curvas ciclónicas. Todas estas trayectorias muestran que el movimiento del aire frío no está necesariamente confinado al Paso Chivela, y puede ocurrir sobre las áreas montañosas relativamente bajas al este, y en menor medida, al oeste del mismo (Steenburgh *et al*, 1997), y siguen patrones similares a los encontrados por otros autores en esta misma región (Chelton *et al*, 2003), en distintas fechas (Figura 20).



**Figura 19.** Modelación de 10 trayectorias tridimensionales del viento a 40 m, para un periodo de 12 horas a partir de las 0000 UTC del 13 de marzo. Isobaras (cada 1 hPa) en gris. Las flechas sobre las trayectorias indican la posición a las 0300, 0600, 0900 y 1200 UTC. La línea punteada representa el radio inercial de 580 km correspondiente a un viento de 22 m/s a 15° N (Tomado de Steenburgh *et al*, 1997).



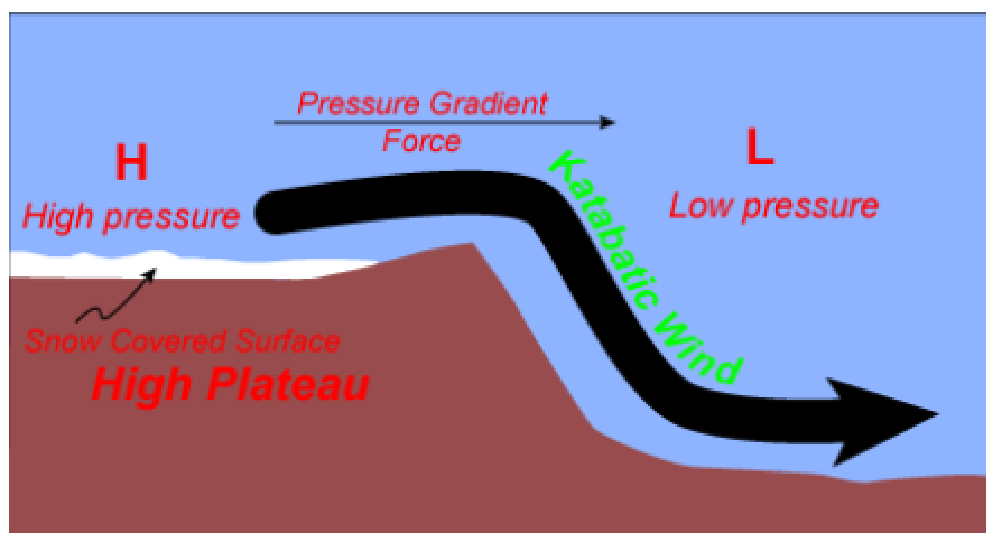
**Figura 20.** Observaciones de los vientos de superficie del NSCAT, del 6 al 7 de marzo de 1997  
(Tomado de Chelton *et al*, 2003).



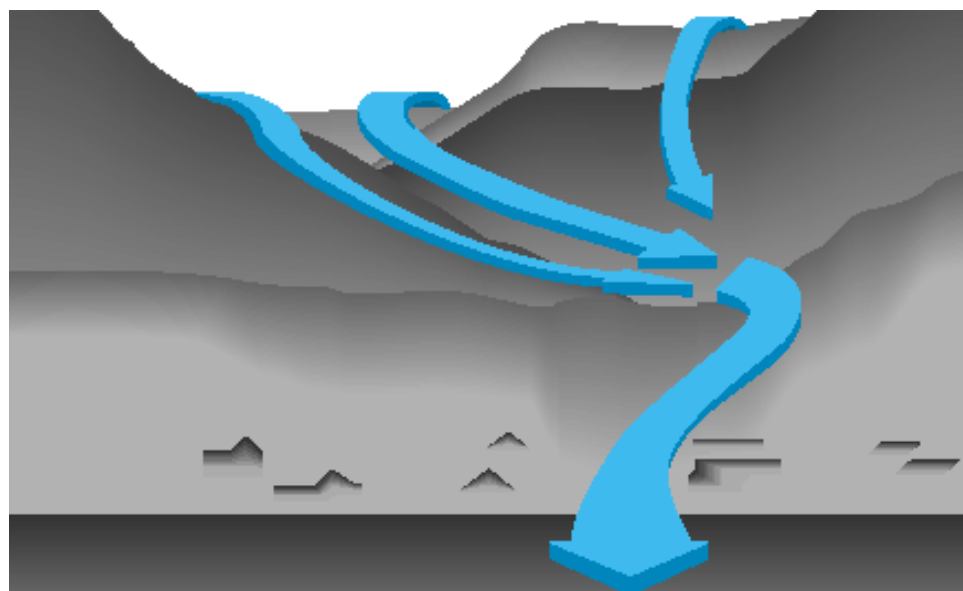
## Mecanismos que originan los vientos descendentes en la región de La Venta

El flujo de aire descendente que se presenta sobre e inmediatamente después del Paso Chivela, se debe a varios fenómenos o mecanismos de la física atmosférica (de mesoescala, en algunos casos), como son el flujo catabático, el Efecto Venturi, la turbulencia de la onda de montaña (*mountain wave*) y los vientos descendentes de pendientes (*downslope winds*); que a su vez se relacionan con la fricción superficial, la topografía y la interacción con la capa de mezcla atmosférica. Estos se presentan gráficamente en las Figuras 21 a la 25.

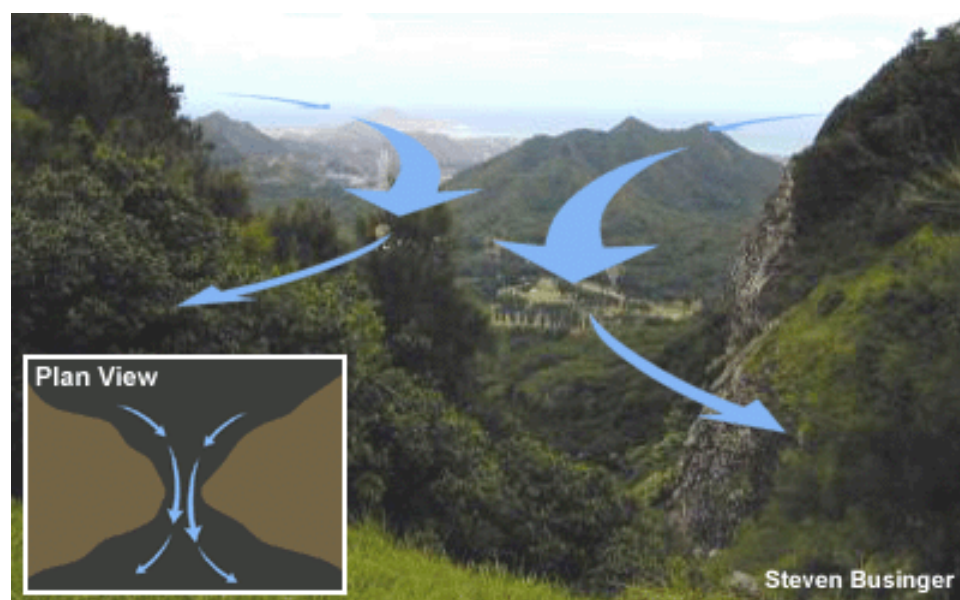
El flujo de viento catabático es el aire fresco y relativamente seco que desciende a sotavento de la montaña, después de haberse condensado toda la humedad de lado de barlovento (Figuras 21 y 22). En este caso, la humedad del viento proveniente del Golfo de México es parcialmente retenida en el Paso Chivela.



**Figura 21.** Flujo catabático esquematizado en vista lateral  
(<http://apollo.lsc.vsc.edu/classes/met130/notes/chapter10/katab.html>)



**Figura 22.** Esquema del flujo catabático en 3D  
([http://www.qc.ec.gc.ca/meteo/secrets\\_stlaurent/etoiles\\_f.htm](http://www.qc.ec.gc.ca/meteo/secrets_stlaurent/etoiles_f.htm))



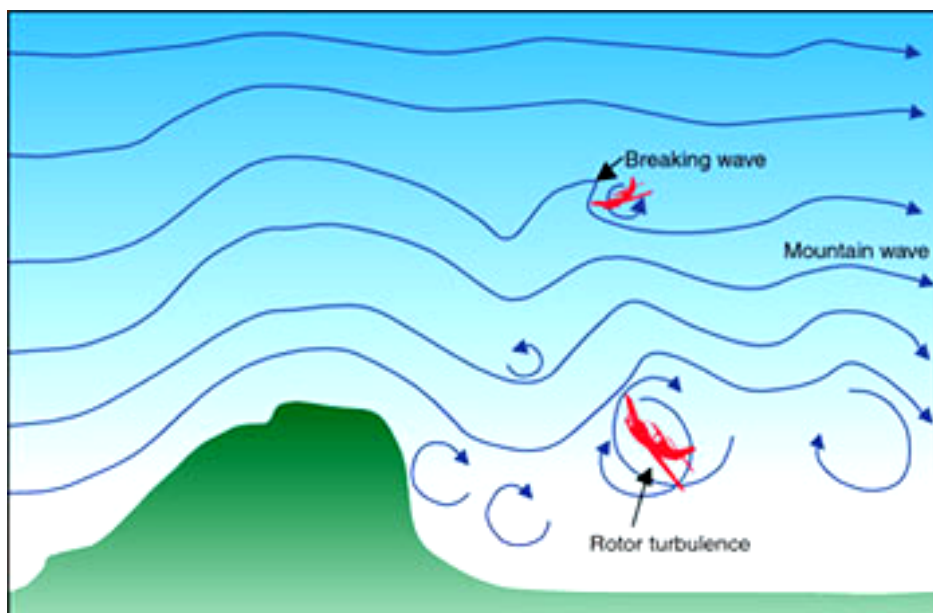
**Figura 23.** Esquema del Efecto Ventura en vista frontal y superior  
(<http://meted.ucar.edu/mesoprim/gapwinds/>)



El Efecto Venturi es un principio de la dinámica de fluidos, que se refiere a la aceleración que experimenta un fluido a medida que circula por una constricción en un canal. La aceleración está asociada con la reducción de presión del fluido (Figura 23).

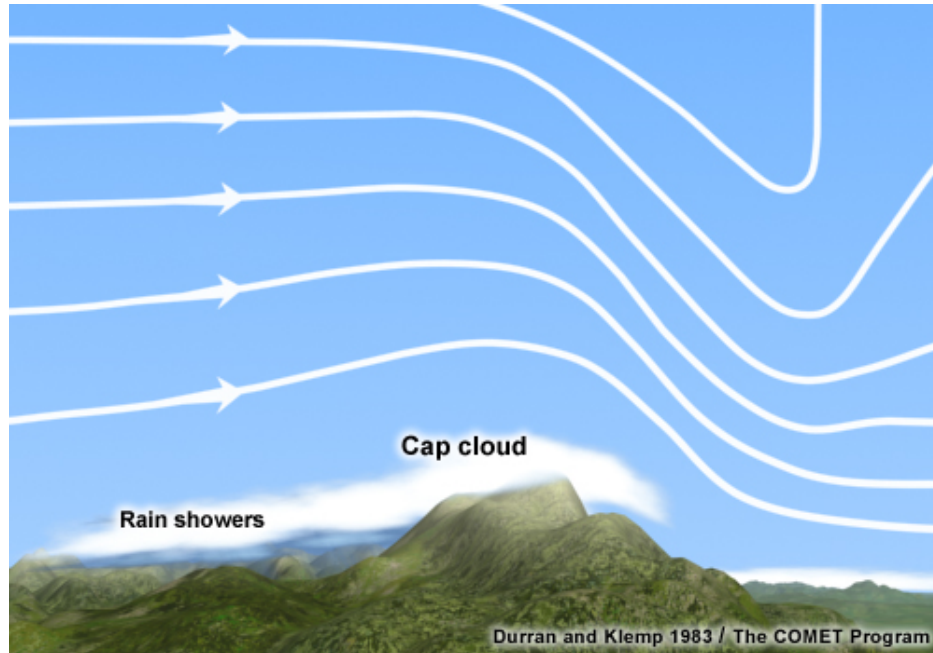
Se define a la turbulencia orográfica u onda de montaña como aquel fenómeno ondulatorio que se produce en un flujo de aire, con ciertas condiciones, el cual se desplaza en forma perpendicular a una barrera montañosa siendo forzado (a barlovento) a ascender, mientras que a sotavento se produce un descenso y extiende su efecto sobre el valle formando una onda. En el último caso, se trata de un fenómeno que se propaga a cientos de kilómetros de la cadena montañosa que la originó (Figura 24).

Finalmente, los vientos descendentes de pendientes (*downslope winds*) son aquellos que cruzan una barrera montañosa y presentan una aceleración importante, particularmente a nivel de superficie, provocando además, parte del efecto de compresión contra el terreno que se esquematiza en la figura 25.



**Figura 24.** Esquema de turbulencia de las ondas de montaña (<http://meted.ucar.edu/mesoprim/gapwinds/>).





**Figura 25.** Esquema de los vientos descendentes de pendientes  
(<http://meted.ucar.edu/mesoprim/mtnwave/>)



INSTITUTO DE  
ECOLOGIA, A.C.



ANEXOS

---

# ANEXO

# FOTOGRAFICO



INSTITUTO DE  
ECOLOGIA, A.C.



ANEXOS

---

# VEGETACIÓN



**Fotografía 1.** Bosque de galería localizado en el sitio 1, ubicado a 1,3 km al SE de la Central La Venta I, caracterizado por *Salix humboldtiana* y *Pithecellobium brownii* en el estrato arbóreo.



**Fotografía 2.** Parte de la Sierra a 4 km al E de El Zapote (sitio 2), donde se encontró el bosque tropical caducifolio, hábitat de *Tabebuia chrysantha* especie amenazada, según la NOM-059-SEMARNAT-2001.



**Fotografía 3.** Vista panorámica del Bosque tropical caducifolio localizado en el sitio 3, a 4,5 km al N de Central La Venta I.



**Fotografía 4.** Panorámica de la distribución de los acahuales del bosque tropical caducifolio en el área de estudio; al fondo se pueden observar las torres de los aerogeneradores de la Central La Venta I.



**Fotografía 5.** Vista del acahual de bosque tropical caducifolio del sitio 4, ubicado a 1,8 km al SE de la Central La Venta I.



**Fotografía 6.** Vista del acahual de bosque tropical caducifolio, ubicado a 1,6 km al O de Santo Domingo (sitio 5).



INSTITUTO DE  
ECOLOGIA, A.C.

ANEXO FOTOGRÁFICO



VEGETACIÓN



**Fotografía 7.** Panorámica de un pastizal y un cultivo de sorgo. Se observa en ambos sitios, que la existencia de los estratos arbóreo y arbustivo se restringe solo como cercos vivos en los linderos de los predios.



INSTITUTO DE  
ECOLOGIA, A.C.



ANEXOS

---

# FAUNA





## Anfibios

*Leptodactylus labialis* (ranita hojarasquera), registrada en el bosque tropical caducifolio.



## Reptiles



*Basiliscus vittatus* (toloque), especie observada en el acahual del bosque tropical caducifolio y en cultivos.

*Ctenosaura pectinata* (iguana negra), habita en el bosque tropical caducifolio, ésta especie es perseguida por los cazadores.





*Cnemidophorus deppei* (cuije), especie generalista, registrada en tres hábitats (bosque tropical caducifolio, acahual del bosque tropical caducifolio y cultivos).



*Lepidophyma flavimaculatum* (lagartija de nocturna de puntos amarillos), habita en el bosque tropical caducifolio. Especie sujeta a protección especial (NOM-059-SEMARNART-2001).

*Crotalus durissus* (víbora de cascabel), especie registrada en el acahual de bosque tropical caducifolio. Individuo encontrado muerto por atropellamiento. Especie sujeta a protección especial (NOM-059-SEMARNART-2001).





*Kinosternon scorpioides* (tortuga), especie registrada en el acahual de bosque tropical caducifolio. Especie sujeta a protección especial (NOM-059-SEMARNART-2001).

### Mamíferos

*Mormoops megalophylla* (murciélago-barba arrugada norteño), especie generalista registrada en tres hábitat, (bosque tropical caducifolio, acahual del bosque tropical caducifolio y cultivos).



*Pteronotus davyi* (murciélago-lomo pelón menor), especie registrada en el bosque tropical caducifolio.





*Pteronotus parnellii* (murciélago-bigotudo de Parnell), especie generalista.

*Pteronotus personatus* (murciélago-bigotudo de Wagner), registrado en el bosque tropical caducifolio.



*Desmodus rotundus* (vampiro común), especie generalista.



*Choeroniscus godmani* (murciélago-lengüetón de Godman), especie registrada en el bosque tropical caducifolio.

*Glossophaga morenoi*  
(murciélago-lengüetón de Xiutepec),  
especie registrada durante los  
muestreos en el bosque tropical caducifolio,  
y acahual de bosque tropical caducifolio.



*Sturnira ludovici* (murciélago de charreteras mayor),  
capturado en el bosque tropical caducifolio, y en el  
acahual del bosque tropical caducifolio.



## Aves

### *Pelecanus occidentalis*

(pelícano café), especie de hábitos acuáticos observada sobrevolando el predio del P.E. Venta II.

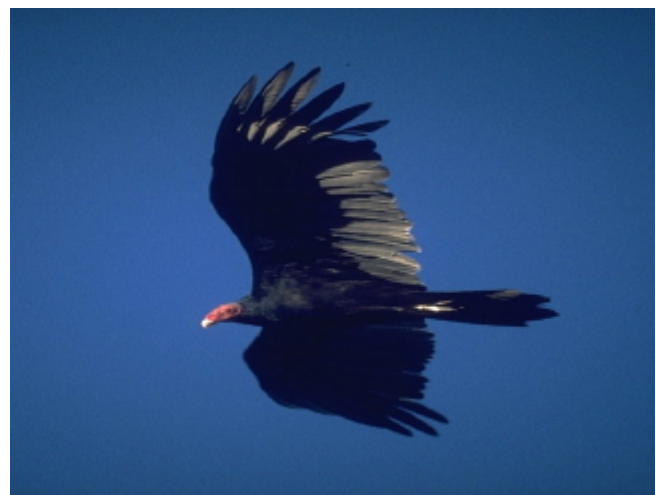


### *Mycteria americana* (cigüeña americana).

Especie que se registró sobrevolando el predio del P.E. La Venta II. Especie amenazada (NOM-059-SEMARNAT-2001).

### *Cathartes aura* (zopilote cabeza roja).

Esta especie migratoria que registró el mayor número de individuos durante los muestreos en el predio, por lo tanto es una de las aves con más probabilidad de choque con los aerogeneradores.





*Rostrhamus sociabilis* (caracolero), es una especie residente la cual fue registrada en lagunas y canales de riego en el área de estudio. Especie amenazada (NOM-059-SEMARNAT-2001).



*Ictinia mississippiensis* (milano de Mississippi), especie registrada migrando con otras especies; es una de las aves migratorias con probabilidad de choque con los aerogeneradores. Especie amenazada (NOM-059-SEMARNAT-2001).

*Circus cyaneus* (aguililla rastrera), especie migratoria invernal, de vuelo muy bajo, permanece en la zona del predio alrededor de seis meses, por lo que tiene alto riesgo de impacto con los aerogeneradores.





*Accipiter striatus* (gavilán pecho rufo), especie que permanece en la zona del predio alrededor de seis meses, al igual que las otras especies, tiene riesgo de choque con los aerogeneradores.

*Accipiter cooperi* (gavilán de Cooper), especie que permanece en la zona del predio alrededor de seis meses.



*Buteogallus anthracinus* (aguililla negra menor), especie residente que podría chocar con los aerogeneradores. Estatus (NOM-059-SEMARNAT-2001): amenazada.





*Buteo platypterus* (gavilán de alas anchas), ésta rapaz fue registrada en grandes números sobrevolando el predio, y esta considerada como una especie migratoria con probabilidad de choque con los aerogeneradores.



*Buteo swainsoni* (aguililla de Swainson), especie que migra en grandes grupos y en compañía de otras especies, tiene probabilidad de choque con los aerogeneradores.

*Buteo jamaicensis* (gavilán de cola roja). Esta rapaz fue registrada migrando sobre la zona del predio y permanece alrededor de seis meses, está considerada como una especie migratoria con probabilidad de choque con los aerogeneradores. Especie sujeta a protección especial (NOM-059-SEMARNAT-2001).





INSTITUTO DE  
ECOLOGIA, A.C.



ANEXOS

---

# ANEXO

# CARTOGRÁFICO



## CAPITULO II

**Mapa II.1.** Ubicación y vías de acceso del P.E. La Venta II

## CAPITULO IV

**Mapa IV.1.** Tipos de clima de la región donde se ubicará el P.E. La Venta II

**Mapa IV.2.** Geomorfología en el área de influencia del P.E. La Venta II

**Mapa IV.3.** Tipos de suelo en el área de estudio del P.E. La Venta II

**Mapa IV.4.** Vegetación y uso del suelo