
PLAN DE MANEJO PARA LA
CONFORMACIÓN DE UNA UMA DE
LA LIEBRE DE TEHUANTEPEC, EN
SANTA MARÍA DEL MAR



INTRODUCCIÓN

La declinación y extinción de especies endémicas, la pérdida y fragmentación del hábitat son ejemplo de algunos problemas que enfrenta nuestro país como consecuencia del rápido crecimiento de la población en México, que ha propiciado la explotación no planificada agropecuaria y forestal poco sustentable. Problemática que debe de ser atendida en busca de un equilibrio entre el desarrollo social y económico con el manejo y conservación de los recursos.

La reducción y fragmentación de las poblaciones animales y sus hábitats están ocurriendo a una tasa acelerada, lo cual también está propiciando que un número amplio de especies que se encuentran en pequeñas poblaciones aisladas sean vulnerables a la extinción. En el caso de los lagomorfos no es la excepción. De las 15 especies de lagomorfos que habitan nuestro país siete corresponden a especies endémicas de México, con una distribución geográfica restringida a islas o a pequeñas áreas de menos de 300 km² (Flux y Angermann 1990) mismas que se encuentran incluidas dentro de alguna categoría de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza por sus siglas en inglés).

Los conejos y liebres de México tienen gran importancia ecológica, ya que junto con los roedores representan el alimento de otros animales del reino animal como coyotes, comadrejas, cacomixtles, lince, halcones, águilas, búhos y algunas serpientes. Asimismo, por su alimentación que incluye pastos, hierbas, arbustos y algunas partes de los árboles, permiten el control y desarrollo de las poblaciones de éstas. De esta manera, contribuyen a la dispersión de varias especies de plantas porque pueden consumir sus semillas en un lugar y defecarlas en otro sitio diferente. Por otra parte estos mamíferos también son importantes en todo el territorio nacional como fuente de alimento para los habitantes del sector rural, y además generan ingresos por la obtención de permisos de cacería. En México se aprovechan, dentro de los mamíferos, más a los conejos y liebres para comer que cualquier otro tipo de animal de caza.

Una de las especies de lagomorfo más vulnerables de nuestro país es la liebre de Tehuantepec (*Lepus flavigularis*), la cual es una de las liebres de mayor riesgo de extinción en el mundo debido a la fragmentación de su hábitat ya que tiene una distribución muy reducida. De acuerdo a la literatura, actualmente solo existen cuatro poblaciones pequeñas y aisladas que se restringen a la región del Istmo de Tehuantepec, en donde la población de Santa María del Mar es la más aislada geográficamente y genéticamente, de ahí la importancia de establecer medidas que permitan su conservación y protección que garanticen que a pesar de establecer un Parque eólico e infraestructura asociada (línea de transmisión y estaciones de atracción), dicha

población no se verá afectada por lo que se ha diseñado un Plan de Manejo de la especie que establezca las acciones de conservación que aseguren que dicha población no disminuya y mucho menos llegue a la extinción.

El Plan de Manejo plantea propuestas de manejo basadas en los resultados sobre su distribución, densidad poblacional, comportamiento reproductivo, dieta, uso de hábitat y variabilidad genética, así como en las recomendaciones de otros estudios realizados con esta especie en la zona de estudio, así como con otras especies de lepóridos (SEMARNAP, 1997; Cervantes *et al.*, 1999; Lorenzo *et al.*, 2000, 2001; Rocha *et al.* 2010).

Se pretende que dichas propuestas sigan también los lineamientos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) que determina las pautas para la realización de acciones encaminadas a la conservación, recuperación y preservación de los recursos naturales y promueva el desarrollo de acciones enfocadas a un aprovechamiento sustentable de estos recursos; así como aquellos descritos en la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) y su Reglamento (Rocha *et al.*, 2010).

En este contexto y con el objetivo de dar cumplimiento a lo dispuesto la Condicionante 2 inciso b), del oficio resolutivo S.G.P.A./DGIRA.DG.588.10 de fecha 3 de febrero de 2010, y al oficio de validación de condicionantes S.G.P.A./D.G.I.R.A./D.G./7063 de fecha 12 de septiembre de 2011, emitidos por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA), para el desarrollo del Parque Eólico Istmeño, la empresa promotora presenta para validación de la Dirección General de Vida Silvestre, el Plan de Manejo para el registro de la UMA (Unidad de Manejo Ambiental) de aprovechamiento no extractivo con fines de conservación de la liebre de Tehuantepec para el establecimiento de una UMA en Santa María del Mar, para lo cual se partió de las siguientes definiciones:

Aprovechamiento no extractivo: Las actividades directamente relacionadas con la vida silvestre en su hábitat natural que no impliquen la remoción de ejemplares, partes o derivados, y que, de no ser adecuadamente reguladas, pudieran causar impactos significativos sobre eventos biológicos, poblaciones o hábitat de las especies silvestres.

Conservación: La protección, cuidado, manejo y mantenimiento de los ecosistemas, los hábitats, las especies y las poblaciones de la vida silvestre, dentro o fuera de sus entornos naturales, de manera que se salvaguarden las condiciones naturales para su permanencia a largo plazo.

A continuación se presenta el Plan de Manejo, el cual contempla actividades para la conservación de la liebre de Tehuantepec (*Lepus flavigularis*), especie reportada en el predio Santa María del Mar, del proyecto Parque Eólico Istmeño.

OBJETIVOS

- **Objetivo general**

El objetivo de este Plan de Manejo es el validar las acciones de la UMA (Unidad de manejo para la Conservación de la vida silvestre) de aprovechamiento no extractivo con fines de conservación y protección del hábitat de la liebre de Tehuantepec (*Lepus flavigularis*) en el terreno de Santa María del Mar, Municipio de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca con el fin de establecer las medidas de protección y conservación que aseguren la persistencia de la especie en el sitio aledaño donde se establecerá el Parque Eólico.

- **Objetivos específicos**

Los objetivos específicos del Plan de Manejo para lograr contribuir a la protección y conservación de las poblaciones de liebres en la zona del proyecto, son los siguientes:

- 1) Promover y asegurar la supervivencia a largo plazo,
- 2) Buscar la sustentabilidad como recurso de aprovechamiento no extractivo de acuerdo la normatividad de nuestro país,
- 3) Lograr el mantenimiento, mejora y protección de la calidad de los hábitats críticos de reproducción, alimentación y desarrollo,
- 4) Incluir programas de apoyo para mitigar las necesidades de las comunidades humanas con las que ellas interactúan, y
- 5) Contribuir al ordenamiento y la aplicación de prácticas responsables en los hábitats de la liebre de Tehuantepec.

ESTRATEGIA DEL PLAN DE MANEJO

Para lo cual se ha propuesto la siguiente estrategia:

- Lograr y mantener el apoyo de la sociedad local y regional y de los tres órdenes de gobierno para cumplir con las metas y objetivos. Para lo cual habrá que buscar la integración de los tres niveles de gobierno, la comunidad local de Santa María del Mar, el sector académico y privado (prestadores de servicios, ONG's) para llevar a cabo las actividades contenidas en el Plan de manejo y conservación de la liebre de Tehuantepec.
- Delimitación del hábitat donde se encuentra la liebre de Tehuantepec
- Estimar el tamaño de las poblaciones locales y regionales.

- Estimación del estado actual de conservación de la población, identificando todas las áreas claves de reclutamiento (sitios de reproducción, refugio y alimentación).
- Monitoreos regulares de las poblaciones y del estado de conservación de su hábitat.
- Identificar las principales amenazas en los terrenos del Proyecto que pueden afectar las poblaciones de la liebre de Tehuantepec así como los factores clave que permiten su subsistencia.
- Protección y monitoreo efectivo de las zonas de alimentación y uso de hábitat
- Mitigar el comercio ilegal doméstico y regional de productos y partes de las tortugas marinas.
- Realizar acciones de conservación *in-situ* (UMA) y *ex-situ* (donación a la CONANP un área de 500 hectáreas en Montecillos).
- Contar con un programa de educación e información pública.
- Desarrollar sistemas de divulgación sobre la problemática y la importancia de generar medidas de protección y manejo de la liebre de Tehuantepec.
- Fortalecer e integrar esfuerzos locales y nacionales dirigidos a la conservación de la liebre de Tehuantepec.
- Promover el establecimiento de una Reserva Ecológica Comunal, administrada por las autoridades locales y con asesoría técnica de Universidades y el Comité Técnico. Las áreas protegidas locales han demostrado tener fortalezas relacionadas con la apropiación del territorio y el patrimonio de los recursos naturales por parte de las comunidades y después de una evaluación a mediano plazo es probable que represente una alternativa viable para la conservación de la zona, incluyendo a la liebre de Tehuantepec, así como una mejora en la calidad de vida de los pobladores del área.

La obtención de la información anterior es necesaria para valorar la tendencia de la (s) población (es) en la zona, los cambios en la abundancia a través del tiempo y el uso de hábitat de la especie. La continuidad de los trabajos de monitoreo aplicado de una forma estandarizada nos permitirá conocer la tendencia del segmento de la población que hace uso del hábitat donde se aplica el programa de conservación; y también es un referente para evaluar los procedimientos y mejorar la supervivencia de los individuos a través de medidas concretas de

manejo. Asimismo se generará una línea base de información que permita dar el seguimiento necesario a la calidad del hábitat de la especie de acuerdo a las condiciones cambiantes del clima global.

El sustento legal de este estudio es regulado por las normas ambientales emitidas por la SEMARNAT, especialmente en lo que respecta a permisos, restricciones, procedimientos y al formato a seguir para la presentación obligada de los informes de las actividades estipuladas en el protocolo del programa de conservación.

METAS E INDICADORES DE ÉXITO

Las metas a corto (1-3 años), mediano(3-5 años) y largo plazo (5-10 años) e indicadores de éxito de la UMA se establecen en función de las condiciones del hábitat, poblaciones y ejemplares tomando en consideración también el contexto social y económico. Estas se establecen de acuerdo al artículo 38 del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre.

- A corto plazo

Realizar el manejo del hábitat y de las poblaciones de la liebre de Tehuantepec presentes en la zona del proyecto.

Identificar y delimitar áreas de importancia para la alimentación, descanso y reproducción de la liebre.

- A mediano plazo

Permitir la continuidad de los ciclos biológicos de las poblaciones de la liebre de Tehuantepec y comunidades.

- A largo plazo

Promover la conservación de los individuos de la liebre de Tehuantepec.

Fomentar la continuidad de los ciclos biológicos.

Establecer las medidas de manejo para la conservación de las poblaciones.

INDICADORES DE ÉXITO

Los indicadores de desempeño ambiental que deben de seguirse se dividen en indicadores del hábitat e indicadores de la especie. Estos son los siguientes:

Indicadores Ambientales

- HÁBITAT – COBERTURA VEGETAL (Porcentaje de territorio con cobertura vegetal)

- ESPECIE – DENSIDAD POBLACIONAL (Número de ejemplares / km²)
- ESPECIE - POBLACIÓN (Número total de especies)

Los tres indicadores anteriores deben de medirse de manera semestral, y en comparación con el mismo semestre del año anterior, estos deberán de ir a la alza o mantenerse estables. En caso de que alguno de ellos tuviera una reducción, deberá de investigarse la razón de lo ocurrido, de forma que se tomen decisiones al respecto que logren corregir la tendencia, pasándola de negativa a positiva o neutral.

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DONDE SE ESTABLECERÁ LA UMA

El proyecto se encuentra en el Estado de Oaxaca, el cual está considerado como uno de los estados más diversos en el país. Su complejidad orográfica, la influencia de dos océanos y su historia geológica han contribuido de manera conjunta para dar como resultado esta vasta diversidad. En la entidad se encuentran casi todos los tipos de vegetación Rzedowski (1978) que se reconoce para el país, aunque con características propias tanto de las especies que los componen como de su fisionomía.

El proyecto consiste en el establecimiento de un Parque Eólico ubicado en Santa María del Mar conocido como “Istmeño”, para la generación de energía eléctrica para autoabastecimiento con capacidad de 90 MW con una subestación eléctrica, además una línea de transmisión (con una longitud de 52.53 km), que conectará con la subestación existente “La Ventosa ó Ixtepec-Potencia” localizada en la zona del Istmo de Tehuantepec, Estado de Oaxaca, así como una estación de atraque en Santa María del Mar, conformación de caminos internos de acceso en Santa María del Mar, cable sublagunar, el cual corre bajo la Laguna Inferior.

A continuación se presentan las características del medio biótico y abiótico para la región donde se ubicará el Parques Eólico y su infraestructura asociada.

Características abióticas

a) *Clima*

De acuerdo al sistema de clasificación de Köppen modificada por Enriqueta García (1973) para la República Mexicana, en la región donde se ubicaran los Parques Eólicos el tipo de clima correspondiente es **Aw0**, cálido subhúmedo con lluvias en verano. Este clima se caracteriza por presentar una oscilación térmica pequeña (menor a 5°C), marcha de la temperatura tipo ganges (el mes más cálido del año está antes del solsticio de verano) y dos máximos de lluvias separados a su vez por dos estaciones secas, una larga en la mitad fría del año y otra corta en la temporada de lluvias.

b) Precipitación

Esta zona se ubica dentro de la Zona Intertropical de Convergencia (ZIC), en la cual convergen corrientes de aire de ambos hemisferios, los cuales al subir verticalmente y expandirse condensan el vapor de agua contenido y crean nubes de gran tamaño que posteriormente precipitan en forma de lluvia.

El régimen de lluvias en la zona es predominantemente de verano (97% del total anual) provocado principalmente por el desplazamiento de la ZIC hacia el norte. La precipitación anual en la zona de estudio es aproximadamente 900 mm. De manera específica la Subcuenca hidrológica correspondiente al futuro Parques Eólico, se encuentra ubicada entre las isoyetas con valores de 600 a 1,000 mm. La evapotranspiración media anual se encuentra en el rango de 900 a 1000 mm.

En los meses de mayo a octubre y del mes de noviembre al mes de abril, se presentan de 0 a 29 días con lluvias. En la zona se cuentan con 4 meses del año con humedad en el suelo. Los números de días que se registran lluvias de los meses de noviembre a abril son de 0 a 29 días.

c) Temperatura

Con respecto a la temperatura, se presentan dos máximos térmicos que coinciden con el doble paso del sol por el cenit durante la época cálida y dos mínimos que coinciden, el primero con la época fría y el segundo con la entrada de las lluvias; hacia finales de otoño y principios de invierno, la ZIC se desplaza hacia el sur, dejando sentir los vientos del oeste, lo cual provoca una disminución brusca en las lluvias y en la humedad ambiental, ya que éstos son vientos secos; sin embargo, por ser una zona costera las temperaturas no descienden más allá de los 20°C (Instituto de Ecología, 1993). Así mismo, en la zona donde se encuentra el proyecto se presentan isotermas con valores de 26 a 28°C.

d) Fenómenos climatológicos

En Oaxaca, además de la lluvia, ocurren otros fenómenos meteorológicos tales como: heladas, granizadas, nevadas y ciclones tropicales o huracanes. En la zona de estudio donde se localiza el proyecto a excepción de los ciclones y/o tormentas tropicales no se observan la gran mayoría de dichos fenómenos.

Geología y geomorfología

• Características litológicas del área.

El estado de Oaxaca presenta las características geológicas más complejas del país, debido a la serie de eventos tectónicos superpuestos que han ocurrido en su territorio a lo largo del tiempo geológico y que generaron, por consecuencia, una gran diversidad de unidades litológicas aflorantes.

En la entidad se tienen afloramientos metamórficos extensos, ampliamente distribuidos, son del Precámbrico al Cenozoico (Terciario); en diversas zonas del estado, se presentan rocas ígneas intrusivas y extrusivas, las cuales son del Paleozoico al Cenozoico (Terciario); mientras que los afloramientos de unidades sedimentarias se distribuyen en forma de promontorios aislados en todo el territorio estatal, su edad varía desde el Paleozoico hasta el Cuaternario. Por último, los depósitos recientes (suelos) se disponen sobre todo como planicies costeras, valles intermontanos, planicies aluviales y valles fluviales.

e) Tipos de suelo.

Según la Carta Estatal de Regionalización Fisiográfica, Escala 1:1'000,000 de la Secretaría de Programación y Presupuesto "SPP" (1980) y la Carta de Fisiografía Escala 1:250,000 el área donde se ubicarán los Parque Eólicos se encuentran en la Provincia Sierra Madre del Sur, Subprovincia Llanura del Istmo y dentro del sistema de geformas de tipo Costa acumulativa de isla barrera y Costa de barrera acumulativa con o sin cordones costeros o campos de dunas.

El origen geológico de la zona donde se distribuye el proyecto pertenece a la Era Cenozoica, Periodo Cuaternario. Así mismo, de acuerdo con el INEGI, el Servicio Geológico Mexicano, conjunto de datos vectoriales y ortofotos digitales; la superficie del Proyecto cuenta con una litología de tipo Litoral. Por otra parte, la superficie del proyecto, así como el área de influencia se encuentran localizados dentro de la Provincia Geomorfológica denominada Pacífquense.

Los tipos de suelos presentes en la superficie del sitio donde se establecerá el Parque Eólico, se describen de acuerdo al Sistema de Clasificación de Suelos FAO/UNESCO, modificado por la Dirección General de Geografía (DGG) del INEGI, información contenida en las cartas edafológicas correspondientes; así como a la información recabada en literatura, el tipo predominante correspondiendo al Regosol.

Los Regosoles (R) ocupan el primer lugar de dominancia con 33.09% de la superficie estatal. Se caracterizan por presentar un horizonte A ócrico, o bien, un horizonte gléyico a más de 50 cm de profundidad. Cuando la textura es arenosa, estos suelos carecen de láminas de acumulación de arcilla, así como de indicios del horizonte cámbico u óxico. No están formados de materiales producto de la intensa remoción del horizonte superior, en solución o suspensión. Son de origen residual formados a partir de rocas de muy diversa naturaleza: ígneas intrusivas ácidas, metamórficas, volcanoclásticas y sedimentarias, como también de origen aluvial a partir de sedimentos recientes; todos estos materiales conforman topofomas de sierras, lomeríos, mesetas y valles, en los que predominan muy diversos climas desde cálidos húmedos, pasando por los templados, hasta climas secos.

Se distribuyen en gran parte de la porción occidental y en áreas serranas colindantes con el estado de Chiapas. De estos suelos, 93.01% están limitados por fase lítica, 0.48% por fase gravosa y 0.30% por fase pedregosa; los que tienen limitantes químicas (fase salina y fase sódica) comprenden 1.58%, mientras que los profundos sin ninguna limitante comprenden 4.64%. En la entidad se encuentran tres tipos de regosoles: éutricos, calcáricos y dístricos.

f) Relieve

La zona se caracteriza por presentar pendientes suaves en casi toda el área, casi no existiendo lomeríos y con una altitud en el área ubicada en el rango de 0 a 10 metros sobre el nivel del mar.

d) Hidrografía.

Los recursos hidrológicos más importantes con que cuenta el municipio de Juchitán se originan al sur de la sierra atravesada estando formadas por varias corrientes que descienden cada una por separadas siguiendo un trayectoria casi recta hasta desembocar en el océano pacífico, siendo el río “los perros” o San Jerónimo, el principal para la ciudad de Juchitán.

En el estado de Oaxaca se presentan las siguientes regiones hidrológicas: RH-28, Papaloapan; RH-20, Costa Chica-Río Verde; RH-22, Tehuantepec; RH-21, Costa de Oaxaca (Puerto Ángel); RH-29, Coatzacoalcos; RH-18, Balsas; RH-23, Costa de Chiapas y RH-30, Grijalva-Usumacinta

El Parque Eólico se ubicará en la porción sureste de la subcuenca denominada Tequila perteneciente a la cuenca Laguna Superior e Inferior de la RH22 (Costa de Tehuantepec). Así como a la cuenca hidrológica Laguna Superior e Inferior (INEGI).

En la superficie del área donde se establecerá el Parque Eólico no se localizan escurrimientos superficiales de algún tipo, mientras que en el área de influencia solamente se localizan alrededor de seis escorrentías importantes y que desembocan en las Lagunas tanto Superior como Inferior. En la zona donde se localiza el proyecto solamente se presentan algunos pequeños encharcamientos producto de lluvias torrenciales y de manera intermitente. El proyecto no se encuentra localizado en alguna zona de veda dictaminada por la Comisión Nacional del Agua (CNA).

Características bióticas

En la Barra de Santa María del Mar la vegetación predominante es de pastizal halófilo y vegetación de dunas costeras, además existen zonas de agricultura (Figura siguiente). Particularmente en la zona de Santa María del Mar, el pastizal halófilo en esta área no muestra evidencias de perturbación considerable.

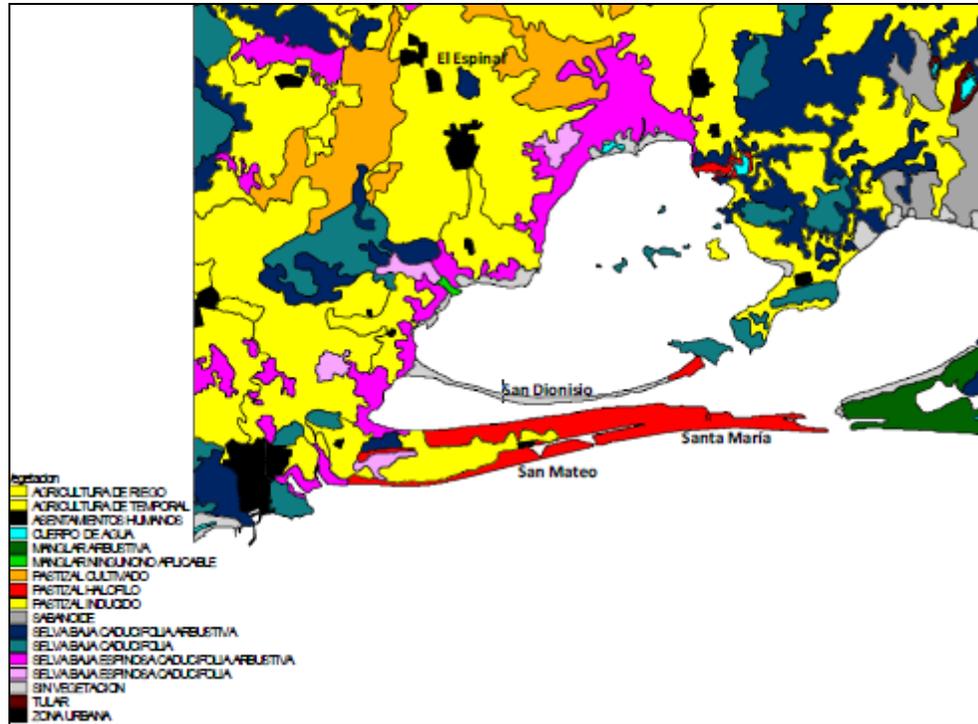


Figura 1. Vegetación presente en el Cabo Santa Teresa (San Dionisio) y la Barra de Santa María del Mar.

Fauna

Por su ubicación geográfica, el Istmo de Tehuantepec, es una zona donde se unen la región biogeográfica Neártica y Neotropical lo que hace que tenga una gran heterogeneidad ambiental. Es también una zona de gran interés ecológico por sus extensas superficies cubiertas con pastizales asociados a diversas especies vegetales. En el caso particular el Istmo de Tehuantepec, los distritos de Juchitán y Tehuantepec, son reconocidos como centros de endemismos para vertebrados terrestres, incluyendo anfibios, reptiles, aves y mamíferos.

A pesar de que la región del Istmo de Tehuantepec presenta zonas empleadas por las aves como paso migratorio, dichas zonas no se encuentran dentro de algún AICA's, Regiones Prioritarias Terrestres, ni áreas naturales protegidas de carácter federal o estatal o reserva.

De acuerdo a la caracterización de la fauna realizada se registraron 12 especies de fauna silvestre: dos reptiles, ocho aves y dos mamíferos (ver siguiente tabla); documentándose la especie de mamífero *Lepus flavigularis* (Liebre de Tehuantepec) listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 "Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo" como especie en peligro de

extinción (p) y endémica. Para esta especie también ya se han diseñado las medidas de protección correspondientes.

Tabla 1. Fauna registrada en el predio Santa María del Mar

Familia	Nombre científico	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010
REPTILES			
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus siniferus</i>	Lagartija escamosa	NO
Teiidae	<i>Aspidocelis deppei</i>	Lagartija	NO
AVES			
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Aura común	NO
	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	NO
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita colalarga	NO
	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	NO
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina	NO
Icteridae	<i>Icterus gálbula</i>	bolsero piquigrueso	NO
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate, urraca	NO
Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	Pájaro carpintero	NO
MAMÍFEROS			
Leporidae	<i>Lepus flavigularis</i>	Liebre de Tehuantepec	En peligro de extinción, endémica
	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo cola de algodón	NO

UBICACIÓN ESPECÍFICA DE LA UMA

Figura 2. Ubicación de la UMA

INSTALACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA INFRAESTRUCTURA

El encierro mínimo que se propone es de una hectárea de pastizal abierto con parches de matorral; suficiente área para contar con el hábitat necesario para albergar uno o dos pies de cría, así como con la presencia de alimento y sitios de alimentación, descanso, cortejo y cría. Esta superficie, dentro de su área de distribución original, podría satisfacer las necesidades básicas de la especie de acuerdo a los reportes de Lorenzo (2008), Rioja *et al.* (2008, 2011), Farías *et al.* (2006) y Carrillo-Reyes *et al.* (2010).

Puesto que la liebre posee un sistema de apareamiento poligámico, del tipo poligínico (Rioja et al. 2008), en el que un macho se aparee con un promedio de 3 hembras durante una misma época reproductiva, se requiere por lo menos un pie de cría con estos números, es decir, un pie de cría en una relación 1:3, un macho adulto por cada tres hembras adultas. Se ha observado que en un área aproximada de 1 ha, es posible registrar hasta 9 individuos socializando (Carrillo, 2009), por lo que podría manejarse este número como la densidad máxima inicial para el encierro. No obstante, el ideal para determinar este número, sería realizar, de manera simultánea a la primera etapa del proyecto, un estudio de capacidad de carga efectiva del terreno.

Para evitar la entrada de depredadores y competidores al encierro, se utilizará una malla ciclónica de por lo menos 2 m de altura, con 30 cm enterrados en el suelo, a fin de evitar la posible entrada de individuos extraños. De igual forma, se propone que dicha mal ciclónica sea cubierta con un material que evite que los ejemplares observen el exterior del encierro, con el propósito de disminuir al mínimo el estrés durante el periodo de aclimatación de los ejemplares. La falta de este podría provocar como en otros casos, un estrés elevado de los mismos e incluso conductas de huída repetidas que provoquen que los animales se lastimen intentando escapar. Además, deberán existir al menos 2 sitios de protección por pie de cría, como zonas de protección o sitios de descanso y crianza. Estos están formados generalmente por parches de matorral que ofrecen sombra y protección visual a las liebres (Rioja 2008, Carrillo 2009). De no existir deberán crearse artificialmente; estos serán promontorios de ramas secas que permitan a una liebre protegerse del sol o bien esconderse de un observador.

Presencia de la liebre de Tehuantepec y su ubicación en la zona del proyecto

Como parte de la caracterización de la fauna presente en la zona se realizaron estudios específicos para verificar la presencia de la liebre de Tehuantepec en los terrenos donde se ubicará el “Parque Eólico Istmeño” y su infraestructura asociada.

De acuerdo al “Estudio Poblacional y Plan de Conservación y Manejo de la Liebre de Tehuantepec (*Lepus flavigularis*) en Santa María del Mar, Oaxaca, México”, el cual fue elaborado en cumplimiento a una de las condicionantes establecidas en la autorización otorgada en materia de impacto ambiental para el desarrollo del proyecto; se obtuvo que de las diez visitas hechas, con la puesta de cámaras y recorridos diurnos y nocturnos, además de la revisión bibliográfica con los trabajos como el de Vargas, 2000, Rico et al., 2007 y de Carrillo-Reyes et al., 2010, se observó que la distribución de la población de liebre de Tehuantepec en Santa María del Mar ocupa prácticamente toda la barra costera, con una superficie de alrededor de 27 km² (ver siguiente figura).

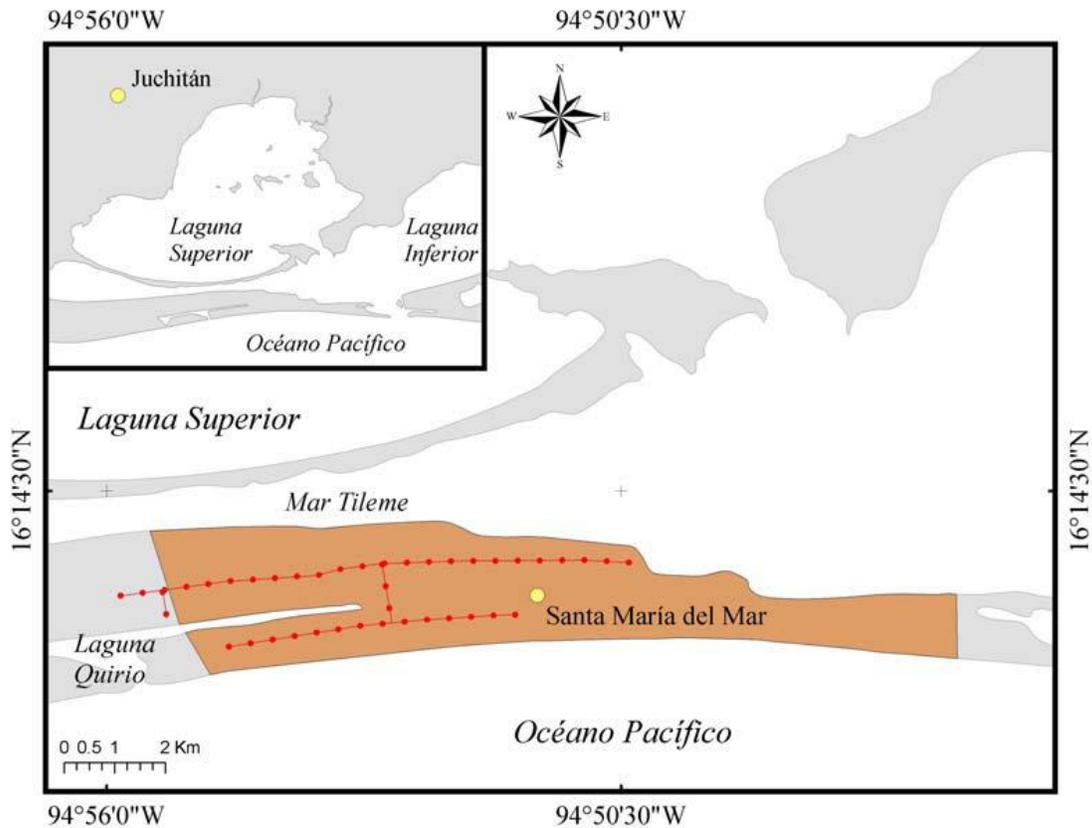


Figura 3. Distribución de *L. flavigularis* en Santa María del Mar. En rojo se muestra la ubicación aproximada de caminos y generadores eólicos.

El estudio realizado en Santa María del Mar mostró que la liebre de Tehuantepec tiene ámbitos hogareños altamente variables. Carrillo *et al.* (2010) reportaron valores de 1.13 ha a 152.61 ha para las hembras y de 0.20 ha a 71.87 ha para los machos. Además se registró que en términos generales, las hembras comparten más sus ámbitos hogareños con otras hembras, mientras que entre machos se comparten menos. El análisis del ámbito hogareño y traslape realizado indicó que la liebre de Tehuantepec es una especie polígama y no territorial, dato ya otorgado con anterioridad por Rioja *et al.* (2008).

INFORMACIÓN BIOLÓGICA DE LAS ESPECIES SUJETAS AL PLAN DE MANEJO

Liebre de Tehuantepec (*Lepus flavigularis*)

Tabla 2. Clasificación Científica o Ficha Taxonómica

Clasificación Científica	
Reino:	Animalia
Phylum:	Chordata
Clase:	Mammalia
Orden:	Lagomorpha
Familia:	Leporidae
Género:	<i>Lepus</i>
Especie:	<i>Lepus flavigularis</i> (Wagner, 1844)

Descripción de la especie:

La característica distintiva de esta especie es la presencia de dos franjas de color pardo que se extienden desde la base de cada oreja hasta la nuca. Su pelaje es de color ocre brillante mezclado con negro en el dorso, y los costados y partes ventrales del cuerpo son de color blanco. Sus orejas son grandes y de color ante, y su garganta es amarillenta. La cola es de color negro en la parte dorsal y blanco en la ventral (Cervantes 1993: flux y Angermann 1990; Hall 1981; Smith 1995).



Figura 4. *Lepus flavigularis*

Distribución y hábitat:

La liebre de Tehuantepec, *Lepus flavigularis*, es endémica de una pequeña área del sur de la costa de Oaxaca, lo cual la sitúa como la especie de liebre de distribución más sureña en el continente americano principios de siglo, se mencionó que su distribución abarcaba desde el sureste de Oaxaca, en el Istmo de Tehuantepec, siguiendo el borde costero del Pacífico, hasta Tonalá, Chiapas (Nelson, 1909).

- **Distribución histórica:**

Hace 20 años, se publicó que su área de distribución había disminuido, encontrándose únicamente entre Tehuantepec, Oaxaca, y Arriaga, Chiapas, en la franja costera que divide el Golfo de Tehuantepec del Mar Muerto (Alvarez del Toro, 1977). Más tarde, se comentó que la estimación del área de distribución de esta liebre se había exagerado y que, en realidad, habitaba solamente entre Salina Cruz, Oaxaca y el extremo oeste del estado de Chiapas (Chapman *et al.*, 1983). Posteriormente, se calculó que todavía existía en aproximadamente 150 km² (López-Forment, 1989). Fue entonces que el gobierno mexicano reconoció oficialmente a esta liebre como un mamífero en peligro de extinción (SEDESOL, 1994).

- **Distribución actual:**

Estimaciones publicadas sobre su área de distribución muestran un decremento en su área de ocupación desde que fuera descrita en 1844. A principios del siglo XX se reportó que ocurría a lo largo de la costa pacífica del Istmo de Tehuantepec en el suroeste de Oaxaca hasta Arriaga, Chiapas (Nelson 1909). Sin embargo, un estudio desarrollado en 1989 mostró una distribución limitada a un área de 150 km² en el borde del Istmo de Tehuantepec (López-Forment 1989). Álvarez del Toro (1991) mencionó que la liebre de Tehuantepec habitaba en la región norte de la costa de Chiapas; sin embargo, actualmente no hay ningún dato que verifique su presencia en ese estado.

Esfuerzos recientes en definir la distribución actual de la especie en Chiapas y Oaxaca evidenciaron que existen solamente cuatro poblaciones (ver figura siguiente) disyuntas en los alrededores de la Laguna Inferior y Laguna Superior (Santa María del Mar, Montecillo Santa Cruz, San Francisco del Mar Viejo y Aguachil), en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca (Cervantes y Yépez 1995; Cervantes *et al.* 1999; Lorenzo *et al.* 2000, 2001). Las observaciones de campo indican que se encuentran aisladas, que no existe flujo genético entre ellas y que sus números siguen reduciéndose (Cervantes *et al.* 1999; Lorenzo *et al.* 2000; Rico *et al.* 2007, Lorenzo *et al.* 2008).

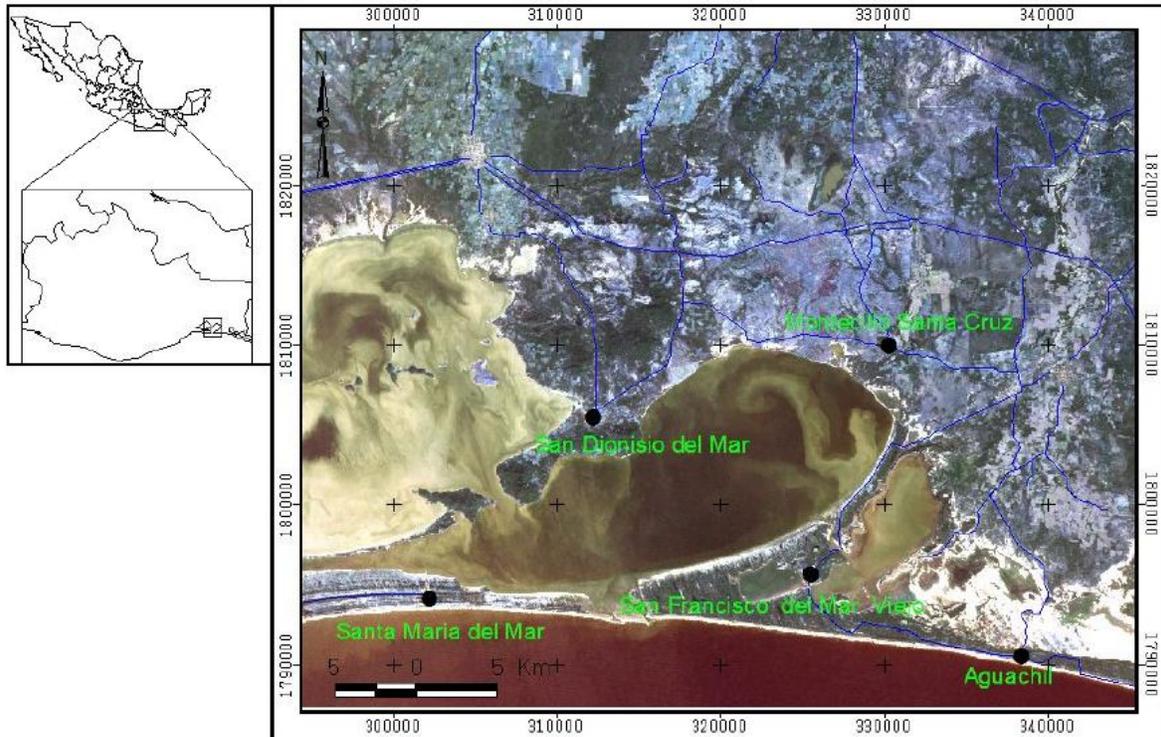


Figura 5. Distribución de *Lepus flavigularis*, donde se muestra la localización de las cuatro poblaciones remanentes.

Se distribuye en matorral xerófilo dominado por páramos cercanos a los esteros (Álvarez del Toro, 1977). No se distribuye más allá de 5 km de ancho de la línea de mar (Álvarez del Toro, 1977; Cervantes, 1993).

Hábitos

Presenta una preferencia por los esteros y las dunas costeras, que están cerca del mar y cubiertos de hierba corta con manchones de matorral. Son organismos solitarios y nocturnos (Álvarez del Toro, 1977).

Reproducción

La única información sobre reproducción para la especie es el resultado de investigaciones realizadas en la población de Santa María del Mar. Se han capturado hembras preñadas en febrero. El período de gestación es cercano a las 7 semanas. Las crías nacen cubiertas con pelo y con los ojos abiertos. No hacen madrigueras, viven al nivel del suelo y debajo de arbustos (Álvarez del Toro, 1977). De acuerdo a Rioja *et al.* (2008, 2011) la época reproductiva de la liebre de Tehuantepec abarca 250 días, con un período de mayor actividad reproductiva durante la estación húmeda (mayo a octubre). La liebre de Tehuantepec posee un sistema de apareamiento poligámico de tipo poligínico, en el que un macho corteja y copula con alrededor de 3 hembras.

Después de aproximadamente un mes, nace un promedio de 2 lebratos precociales, que permanecen escondidos en “camas” bajo macollos de *Jouvea pilosa* principalmente. Doce días después de nacidas las crías son destetadas. Tienen una tasa de sobrevivencia del 50% hasta el día 19 después de nacidas. De manera sobresaliente, se reportó que los perros son el principal depredador de las crías, por encima de las serpientes.

Estado de conservación:

La liebre de Tehuantepec es una especie endémica de distribución muy restringida. Su tamaño poblacional es bajo aunado a una alta pérdida de hábitat ha ocasionado que la especie este en peligro de extinción. Sin embargo, a la fecha sus poblaciones no se encuentran dentro de ninguna Área Natural Protegida y no hay ningún programa de manejo para la especie. Dentro del género *Lepus* es la especie más amenazada y necesita atención inmediata (Flux y Angermann, 1990). Entre las actividades para su conservación es necesario realizar estudios para conocer su estado de conservación, disminuir la presión de cacería, conservación y manejo del hábitat, programas de educación ambiental y establecer santuarios para su protección en las áreas naturales protegidas (Chapman *et al.*, 1990).

Amenazas no ligadas con el proyecto:

Gracias a las observaciones en campo, a la literatura disponible (Rico *et al.*, 2007; Rioja *et al.*, 2008, 2011; Lorenzo *et al.*, 2008; Carrillo-Reyes *et al.*, 2010), así como a pláticas con los pobladores del área, las principales amenazas a la viabilidad de la población de liebres en Santa María de Mar identificadas son:

- Cacería furtiva

Los pobladores de Santa María del Mar cazan a la liebre, pero aparentemente esta cacería de subsistencia es de bajo impacto. Sin embargo, periódicamente sedan casos de cacería intensiva por parte de pobladores de comunidades vecinas, incluyendo cazadores provenientes de ciudades como Salina Cruz y Juchitán de Zaragoza. Aun cuando la cacería autóctona sea de bajo impacto, es indispensable implementar medidas que fomenten una mejora en la calidad de vida de los pobladores locales, con el propósito de eliminar la necesidad permanente o esporádica de que la cacería de la liebre sea un medio de subsistencia al representar una fuente extra de proteína animal en la dieta local. Además, de no controlarse la entrada de cazadores foráneos, los números de la liebre de Tehuantepec podrían disminuir amenazando la supervivencia de la población entera, considerando la baja densidad poblacional y su aislamiento con respecto al resto de las poblaciones.

- Perros

Se ha reportado que los perros son el principal depredador de liebres adultas y principalmente, de las crías de esta especie (Rioja et al., 2008 y 2011). Grupos de perros ferales así como de jaurías provenientes del poblado acostumbran recorrer los pastizales en búsqueda de alimento, que puede ser cualquier especie de mamífero pequeño o mediano, incluyendo a la liebre de Tehuantepec. Esta es una de las amenazas más sencillas de eliminar y con mayor impacto, considerando que afecta directamente al reclutamiento de nuevos individuos a la población.

MÉTODOS

Monitoreo de las poblaciones

El objetivo principal es obtener una estimación del estado de la población y sus tendencias.

Tamaño de la muestra:

Se realizará un primer muestreo aleatorio con 2 transectos de 10 Km en camioneta o de 4 transectos de 300 m a pie como mínimo para para hábitats en UMA mayores a 100 has, en dicho caso deberá contar con una repetición como mínimo. Este método examina la variación de los valores promedio de un conjunto de registros de alguna variable ecológica. Por ejemplo, la densidad de una especie dada como función del número acumulado de un número de transectos.

Método de muestreo

Transecto en línea.

- 1) Las rutas se seleccionan al azar en el hábitat considerando que cumplan las condiciones necesarias para desarrollar el muestreo.
- 2) Determinar el largo del transecto, instalar marcas y/o anuncios al inicio y al final de cada ruta, y se representarán en un mapa con sus coordenadas UTM.
- 3) Realizar los recorridos nocturnos a lo largo de los transectos, en vehículo a una velocidad de 10 km/h, provisto de dos faros para alumbrar ambos lados del camino en la búsqueda de individuos o a pie a paso constante.
- 4) Una vez detectados los individuos, se señalan con una lámpara, y se mide la distancia en metros de manera perpendicular al camino, mientras que con otra se observa la dirección hacia la cual se mueve el ejemplar para evitar repetir su registro.
- 5) Anotar todos los individuos detectados, incluyendo la distancia a la que fueron observados por primera vez.

Los datos se capturarán en un formato, conteniendo los siguientes datos por especie:

Tabla 3. Formato de captura de datos de campo

Fecha:		Hábitat		Hora inicial		Hora final	
Estado	Nombre de la UMA	Área (Has)	Número de transecto	Largo del transecto (km)	Distancia perpendicular del individuo al transecto	Número de individuos (de la misma especie)	Dirección respecto al transecto (I/D)

Es necesario llevar a cabo estudios permanentes sobre densidad, así como del comportamiento reproductivo a largo plazo (identificando los sitios de crianza, sitios de actividad sexual, época reproductiva, producción de camadas por hembra al año y número de crías por camada), con registros continuos del éxito reproductivo y reconocer los factores ambientales que pueden influir en el mismo, ya que si se pretende cosechar a la población, la reproducción debe exceder la mortalidad.

De igual importancia es estudiar sus movimientos intra e interpoblacionales, uso de hábitat, hábitos alimentarios y búsqueda de alimento. Es importante reconocer los factores (naturales o causados por el hombre) que amenazan las poblaciones de la liebre de Tehuantepec (Lorenzo et al., 2005).

De la misma forma, conocer las interacciones (competencia, enfermedades, depredación) que presenta con otras especies (ganado, coyote, zorra, conejo, serpientes, perros domésticos). Es necesario determinar si la coexistencia con otros animales puede afectar o beneficiar a las poblaciones de la liebre de Tehuantepec, ya sea de manera directa o indirecta. La cercanía con otras especies puede actuar como fuente, reservorio o vector de diversos patógenos, haciéndolas vulnerables a distintas enfermedades.

Determinar las especies vegetales consumidas por la liebre de Tehuantepec en el resto de las poblaciones donde se distribuye y de ser posible cómo, cuándo y de dónde proviene.

Igualmente, es importante determinar el valor nutrimental de las especies vegetales consumidas (con estudios bromatológicos) en diferentes temporadas, lo cual puede verse reflejado en una alta tasa de reproducción y resistencia a las enfermedades.

Asimismo, sería importante conocer los requerimientos nutrimentales entre machos y hembras y en éstas últimas durante el periodo de lactancia (ya que es el más crítico). Estos datos proporcionarían las bases para estudios sobre variabilidad y disponibilidad de alimentos e incidencia de decesos relacionados con el suministro de alimento.

- **Monitoreo del hábitat**

Se deberá de generar un sistema de información geográfica, en el que se presente un análisis espacial de los diferentes tipos de vegetación en el contexto local y regional a una escala 1:50,000 a partir del último inventario nacional forestal, que incluya capas de vegetación y uso del suelo, pastizales, caminos, obras de infraestructura ya presentes, registros de la liebre, sitios en los que se pretende instalar los aerogeneradores, y otros temas que sean fundamentales para poder evaluar de manera precisa los impactos ya

existentes y los que generará el proyecto. El SIG será la base para llevar a cabo la planeación detallada de la ubicación de infraestructura, para evitar impactar en lo posible el hábitat más favorable de la liebre.

Ubicado lo anterior se procederá cada 3 años a emplear los siguientes métodos: Fotográfico y Disturbio Crónico.

Método de fotografías

La toma de fotos se utiliza para efectuar un monitoreo cualitativo de los cambios de vegetación a través del tiempo. Fotos del paisaje son útiles para detectar cambios de la estructura de la vegetación y la documentación visual de cambios medidos. Deberá considerarse como mínimo 3 parcelas por tipo de vegetación, escogida aleatoriamente dentro de la UMA.

Método de métrica del disturbio crónico

El análisis de disturbio se deberá realizar en las mismas parcelas donde se tomaron las fotografías. Las áreas sensitivas deben ser revisadas más frecuentemente, especialmente durante años de sequía. En áreas muy remotas no es necesario revisar frecuentemente.

En cada sitio de monitoreo se trazarán tres transectos de 50 m de largo por 2 m de ancho y se aplicará el método descrito por Martorell y Peters (2003), que evalúa 14 variables distintas agrupadas en tres agentes de disturbio (Ver siguiente Tabla):

Tabla 4. Variables de los tres agentes de disturbio.

Agente	Variables	Descripción
Ganadería	Densidad de excretas de cabra u oveja (CBR)	Se registra la presencia o ausencia de excretas en cuadros de 1 m ² a lo largo del transecto, y se estima como el número de cuadros con excretas entre número de cuadros revisados.
	Densidad de excretas de ganado mayor (GAN)	Igual a la anterior, pero se incluyen excretas de cualquier otro animal doméstico.
	Fracción de plantas ramoneadas (RAMO)	Evidencias de ramoneo en plantas perennes, incluyendo árboles, arbustos, cactus, pero no rosetófilas ni herbáceas. Esta variable es igual al número de plantas ramoneadas entre el total de plantas revisadas.
	Caminos ganaderos (CGAN)	Número de caminos hechos por el ganado a lo largo del transecto, sin considerar caminos menores de 5m de largo, ni los hechos por la gente.
	Compactación del suelo por ganado (COMP)	Se ubica el camino ganadero más cercano al centro del transecto, y en el sitio donde se cruzan el camino y el transecto, se entierran 4cm de un tubo de PVC de 10 cm de diámetro. Se vierten 250 ml de agua y se registra el tiempo necesario para su completa infiltración. El procedimiento se repite en un sitio cercano donde no haya pisoteo de ganado (por ejemplo, bajo un arbusto o nopal). COMP = tiempo de infiltración del camino entre el tiempo en el suelo intacto. Si no hay caminos ganaderos, o si el índice obtenido es menor que 1, entonces COMP = 1.
Actividades humanas	Fracción de plantas macheteadas (MACH)	Se mide igual que RAMO, pero empleando aquellas plantas que muestren evidencia de haber sido cortadas o taladas.
	Evidencia de incendio (INCE)	Si hay rastros tales como cortezas chamuscadas, carbón, etc., en al menos un transecto, INCE = 1, de lo contrario su valor es 0. No califican fogatas o fuegos que hayan tenido lugar dentro de milpas y haberse escapado a la vegetación natural.
	Cobertura de caminos humanos (CCHU)	Se mide el ancho de la zona donde los caminos utilizados por la gente (sin importar si también los emplea el ganado) se interceptan con el transecto. CCHU = longitud de la intercepción entre longitud del transecto. En caso de que hubiera más de un camino, se empleó la suma de las intercepciones.
	Cercanía a poblaciones (POBL)	Registrar la distancia entre el centro de la zona de estudio y el borde de la población más cercana en kilómetros. POBL = 1/distancia. Si la distancia es

Agente	Variables	Descripción
		menor a un kilómetro, entonces POBL = 1.
	Adyacencia a núcleos de actividad (ADYA)	Se define un núcleo de actividad humana a sitios tales como minas, milpas, carreteras asfaltadas (no terracerías) o capillas. Un transecto está adyacente a estos sitios si se encuentra a menos de 200 metros. El mismo núcleo no debe tomarse en cuenta en más de un transecto. ADYA = número de transectos adyacentes entre el número de transectos totales.
	Cambio de uso del suelo (USOS)	Se registra la fracción de la superficie de la zona de estudio destinada a zonas urbanas, milpas, minas, etc. Esto puede hacerse por medio de fotografía aérea, de mediciones de áreas en el campo, o por estimación visual. Se trata de una fracción, no un porcentaje, por lo que se expresa entre 0 y 1.
Deterioro del hábitat	Erosión (EROS)	Se seleccionan 20 puntos al azar sobre el transecto, y en cada uno de ellos se registró si hay erosión. Se consideró que hay erosión si se observan huellas dejadas por el material al ser arrastrado por el agua, si hay exposición de roca madre (sólo en el caso de que la roca esté expuesta por causas atribuibles al disturbio humano), o en caminos donde el tránsito o el agua han dejado surco. Cualquier tipo de cárcava se consideró erosión. Un río, aunque cause erosión no es posible atribuirla al disturbio. EROS = número de puntos donde se registró erosión entre número de puntos revisados.
	Islas (ISLA)	Los procesos erosivos severos aunados a grandes densidades de caminos ganaderos resultan en paisajes muy característicos en los cuales sólo se observan pequeños montículos de suelo cubiertos de vegetación en una matriz de suelo fuertemente erosionado y desnudo. Si se observa esto en más de la tercera parte de la zona de estudio entonces ISLA = 1.
	Superficie totalmente modificada (STOM)	En algunos casos porciones de las zonas de estudio han sido tan modificadas que fue imposible o carente de significado realizar las mediciones de los indicadores anteriores en ellas. Tal es el caso del interior de casas, carreteras asfaltadas, milpas, tiraderos de basura, canales de agua, canchas, cárcavas desnudas, etc. En tales casos debe registrarse la longitud del transecto que intercepta estas zonas. STOM = longitud de la intercepción entre longitud del transecto. En caso de que haya más de un camino, se emplea la suma de las intercepciones.

MEDIDAS DE CONSERVACIÓN DEL HÁBITAT

Erradicación de especies exóticas y control de especies invasoras

En el caso de las poblaciones de la liebre de Tehuantepec se ha reportado que los perros son el principal depredador de liebres adultas y principalmente, de las crías de esta especie (Rioja *et al.*, 2008, 2011). Grupos de perros ferales así como de jaurías provenientes del poblado acostumbran recorrer los pastizales en búsqueda de alimento, que puede ser cualquier especie de mamífero pequeño o mediano, incluyendo a la liebre de Tehuantepec. Esta es una de las amenazas más sencillas de eliminar y con mayor impacto, considerando que afecta directamente al reclutamiento de nuevos individuos a la población. Por lo que se establecerán acciones para controlar o erradicar esas especies y enviarlo a la DGVS para su evaluación y autorización.

Se deberá establecer un **programa estricto para evitar la presencia de perros en los pastizales**, ya que matan a muchas liebres. Para tratar de evitar mueran tantas crías, se recomienda que los perros sueltos en el pastizal y que acompañan a los pescadores, sean controlados. Debido a que la compañía de perros es una actividad tradicional para los pescadores locales, se recomienda que se prohíba explícitamente que puedan andar sueltos. Esto se puede lograr con el programa de educación ambiental.

Los perros dejen de acompañar a pescadores a sus labores durante el día (se amarren durante algunas horas), o bien, que los perros continúen llegando al pastizal, pero que sus dueños no les permitan andar libres sino que los lleven sujetos con correas al cruzar por los potreros. Con estas acciones es muy probable que el número de crías aumente notablemente y crezcan hasta llegar a adultas, lo que aumentaría la tasa de reclutamiento para la liebre de Santa María del Mar.

A continuación se presenta una breve descripción de los factores que Álvarez-Romero *et. al.*, 2008 consideró más importantes cuando se trata de evaluar el potencial de impacto y de control de especies introducidas, y que nos ayudarán a entender mejor la problemática derivada de las especies de animales exóticos presentes en México.

Tabla 5. Medidas de conservación y manejo del hábitat.

Acción	Plazo	Objetivo	Resultado
Control y erradicación de especies invasivas de flora y fauna	Corto	Eliminar la basura y obstáculos en la playa que sean nocivos para las liebres	Mejores condiciones del hábitat disponible para las liebres
Control y	Corto	Eliminar la depredación	Mejorar la tasa de

Acción	Plazo	Objetivo	Resultado
erradicación de especies ferales		ocasionada por especies ferales.	sobrevivencia y natalidad de las liebres
Control y erradicación de especies exóticas	Corto	Reducir o eliminar la competencia generada por la presencia de especies exóticas.	Reducir o eliminar la competencia generada por la presencia de especies exóticas
Regulación de las actividades rurales productivas	Corto	Restringir los sitios de pastoreo de ganado doméstico dentro de la UMA. Optimizar el uso de suelo agrícola.	Evitar sobrepastoreo, erosión, pérdida de la calidad del suelo y competencia por recursos.
Construcción de Infraestructura	Permanente	Acondicionar y construir caminos e infraestructura necesaria para acceder a la UMA	Mejorar y facilitar el manejo de la UMA.

Medidas de contingencia y mecanismos de vigilancia

Uno de los objetivos de la UMA es proteger y conservar los ecosistemas y especies presentes, por lo que es necesario desarrollar programas de prevención y control de contingencias que garanticen la integridad de los recursos y la continuidad de los procesos naturales.

Por lo que es necesario:

- Efectuar visitas de inspección, en colaboración con las instancias correspondientes.
- Establecer e implementar recorridos operativos para ejercer vigilancia y detección de cacería ilegal.
- Desarrollar e implementar un plan de operaciones para control y vigilancia.
- Identificar estrategias específicas de control y prioridades.
- Contar con un directorio de instituciones donde se puede denunciar el delito ambiental.
- Contar con una bitácora de datos para el registro de todas las acciones de inspección y vigilancia.

Prevención del fuego: El fuego es un problema que afecta de manera negativa a la liebre, principalmente a las crías y juveniles. **Se deberá desarrollar un programa de manejo y control del fuego en Santa María del Mar.** El programa deberá contar con

medidas preventivas, como brechas corta fuego, que pueden ser los caminos y brechas ya existente, una brigada de comuneros entrenada para combatir el fuego, y un esquema de quemas controladas para evitar fuegos catastróficos. La enseñanza de los efectos negativos del fuego deberá contemplarse en los programas de educación ambiental.

Control del pastoreo: El pastoreo es un problema que afecta a la liebre pero que puede controlarse adecuadamente. En este sentido se tendrá que evaluar el número de cabezas de ganado existente, la capacidad de agostadero de todo el ejido, y **desarrollar un programa integral de manejo del ganado en Santa María del Mar.** El programa deberá identificar las técnicas de manejo extensivo e intensivo del ganado para disminuir su impacto, al mismo tiempo de mejorar las condiciones de vida de los pobladores locales. Con una buena asesoría técnica pueden llegar a tener rendimientos óptimos, en donde se garanticen las ganancias de los ejidatarios y se minimice el impacto en el hábitat de la liebre.

Prevención de actividades ilícitas

- Difundir las regulaciones existentes en la UMA, así como las instituciones que apoyan la inspección y vigilancia.
- Elaboración y colocación de letreros en puntos estratégicos con la información del área.
- **Control de la cacería furtiva.** Los pobladores de Santa María del Mar cazan a la liebre, pero aparentemente esta cacería de subsistencia es de bajo impacto. Sin embargo, periódicamente se dan casos de cacería intensiva por parte de pobladores de comunidades vecinas, incluyendo cazadores provenientes de ciudades como Salina Cruz y Juchitán de Zaragoza. Aun cuando la cacería autóctona sea de bajo impacto, es indispensable implementar medidas que fomenten una mejora en la calidad de vida de los pobladores locales, con el propósito de eliminar la necesidad permanente o esporádica de que la cacería de la liebre sea un medio de subsistencia al representar una fuente extra de proteína animal en la dieta local. Además, de no controlarse la entrada de cazadores foráneos, los números de la liebre de Tehuantepec podrían disminuir amenazando la supervivencia de la población entera, considerando la baja densidad poblacional y su aislamiento con respecto al resto de las poblaciones.

Medidas para minimizar los impactos negativos de la infraestructura en las liebres y su hábitat. Todas las actividades que destruyen, fragmentan o modifican el hábitat de la liebre, causan una reducción en el tamaño de su población y aumentan

las probabilidades de extinción. Esto es especialmente severo en poblaciones pequeñas, como la de la liebre de Tehuantepec en Santa María del Mar. Las medidas más importantes para mitigar estos impactos son las siguientes:

Sistema de Información Geográfico (SIG): desarrollar un SIG que incluya capas de vegetación y uso del suelo, pastizales, caminos, obras de infraestructura ya presentes, registros de la liebre, sitios en los que se pretende poner los aerogeneradores, y otros temas que sean fundamentales para poder evaluar de manera precisa los impactos ya existentes y los que generará el proyecto. El SIG será la base para llevar a cabo la planeación detallada de la ubicación de la infraestructura, para evitar impactar en lo posible el hábitat más favorable de la liebre.

Ubicación de la infraestructura: Antes de iniciar las obras en el sitio se presentará a la SEMARNAT y al Comité Técnico una evaluación detallada de la ubicación de infraestructura con relación al hábitat (i.e. pastizal) de la liebre

Caminos: Los caminos son una de las principales causas de deterioro del hábitat de la liebre. Por lo tanto es imperativo lo siguiente:

El desarrollo del proyecto usará principalmente los caminos ya existentes.

Los nuevos caminos se deberán trazar por medio del SIG y trabajo de campo en áreas con poca vegetación y lo más cerca de la playa, para evitar más la fragmentación del hábitat.

Los caminos deben ser de un máximo de 6 m de ancho.

Los caminos no deberán estar pavimentados. Deberán ser de terracería, para disminuir su impacto.

Aerogeneradores: la ubicación precisa de los aerogeneradores deberá estar diseñada con el SIG y trabajo de campo, con los mismos criterios de los caminos. Se deberá respetar al máximo el pastizal, dejando áreas extensas sin ninguna clase de infraestructura. El diseño final de la ubicación deberá estar aprobado por la SEMARNAT y el Comité Técnico.

Áreas de refugio: Con objeto de proteger a las liebres de los impactos negativos durante la etapa de preparación del sitio y construcción, y tal vez durante todo el periodo de vida del proyecto, se deberán establecer zonas excluidas a las actividades humanas por medio de cercas de alambres de púas. Esto es fundamental en el área donde se instalaran los generadores. Se recomienda que el 60% del terreno este excluido a las actividades por medio de estas cercas, que se ubicaran en las zonas del mejor hábitat de la liebre.

Las cercas contarán con 4 hilos de alambre de púas y evitarán el paso a ganado, personas y maquinaria. Deberán estar perfectamente identificadas con letreros que digan “Áreas de Conservación de la Liebre”.

La ubicación de estas áreas deberá hacerse por medio del SIG y trabajo de campo. Se deberá presentar el diseño de las cercas y su ubicación a la SEMARNAT y al Comité Técnico antes de inicio de las obras. Las “Áreas de Conservación de la Liebre”.

La barra de Santa María del Mar en donde no se instalaran aerogeneradores, entre el pueblo y la boca del mar, se deberá delimitar con una cerca de alambre de púas de cinco hilos, para limitar el acceso a personas ajenas a la comunidad y la empresa. La cerca deberá estar instalada a lo largo de toda la barra, desde el mar interior hasta el océano.

Acceso al predio del proyecto y cacería de la liebre: El acceso al predio del proyecto y a la barra de Santa María del Mar en la que se concentra la mayor población de la liebre deberá estar estrictamente controlado. Para eso se establecerán los mecanismos necesarios para evitar el acceso de cazadores de otras comunidades.

Se deben controlar los accesos a la comunidad por medio de casetas de vigilancia.

Se debe continuar con la actual vigilancia de caminos, veredas y potreros llevada a cabo por elementos de la policía local.

La liebre de Tehuantepec está protegida por el gobierno federal. Se debe establecer un convenio con la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) para que personal de la misma esté presente en la zona continuamente. Si individuos provenientes de otras comunidades cazan indiscriminadamente liebres en Santa María del Mar, la PROFEPA y la policía local deben consignarlos a las autoridades competentes.

Los pobladores locales también cazan a la liebre lo que está prohibido por ley. Esta actividad de poca relevancia para su nivel de vida. Por lo tanto se requiere que se lleve a cabo el acuerdo del punto 4 para poder hacer que los esfuerzos de conservación sean exitosos por un lado. Por el otro, es necesario llevar a cabo uno o más talleres de educación ambientales, conducidos por expertos, para que los pobladores entiendan el valor de la conservación de la liebre al proyecto eólico y los beneficios que les representa.

Participación comunitaria en la vigilancia

- Realización de reuniones informativas enfocadas a la prevención de ilícitos dirigidas a distintas poblaciones.

- Efectuar reuniones con comisiones, federaciones y/o consejos de vigilancia para contar con su apoyo en las labores de inspección y vigilancia.

En las siguientes tablas se resumen las medidas de contingencia y de vigilancia diseñadas para este programa.

Tabla 6. Medidas de protección, señalización y vigilancia.

Acción	Plazo	Objetivo	Resultado
Construcción de infraestructura para el manejo adecuado de la UMA	Corto	Desarrollar la infraestructura para realizar el manejo óptimo de las poblaciones	Mejorar las condiciones de manejo para evitar estrés, manejo excesivo y enfermedades.
Señalización de la UMA	Corto	Instalar letreros en diferentes puntos de la UMA donde se indiquen las actividades permitidas, información relevante y sitios de importancia.	Mejorar el control de los visitantes y proporcionarles la información necesaria.
Zonificación de la UMA.	Corto	Ordenar las actividades en la UMA con el fin de evitar manejos inadecuados, prevenir accidentes y otras eventualidades.	Tener un mejor control de las actividades de la UMA y evitar riesgos innecesarios.
Plan de seguridad contra contingencias ambientales	Permanente	Establecer medidas de seguridad pertinentes en caso de presentarse contingencias ambientales como incendios forestales, inundaciones y otras situaciones poco predecibles.	Minimizar los riesgos y reducir daños en caso de eventos que afecten la UMA.
Vigilancia participativa.	Permanente	Desarrollar un programa de vigilancia para fomentar la seguridad dentro de la UMA.	Reducir el número cazadores furtivos, evitar malos manejos por parte de usuarios e identificación temprana de riesgos.
Monitoreos periódicos y control de plagas	Permanente	Realizar monitoreos periódicos de plagas y enfermedades que puedan afectar la calidad del hábitat, e implementar las medidas de control pertinentes.	Identificar a tiempo posibles plagas y evitar daños severos al hábitat.

Acciones de educación ambiental

Es necesario llevar a cabo uno o más talleres de educación ambientales, conducidos por expertos, para que los pobladores entiendan el valor de la conservación de la liebre para el Parque Eólico y los beneficios que les representa.

Consideramos claramente que los niños son los futuros dueños y usuarios de los terrenos en los que la especie se distribuye. Ellos poseen una gran capacidad de aprendizaje, y por lo mismo se deberá establecer un programa permanente de educación ambiental que fomente la conservación y el aprovechamiento controlado de las plantas y animales de Santa María del Mar, entre ellos la liebre. Este programa podrá ser ofrecido por los propios profesores a niños de primaria y secundaria, valiéndose de la información generada (posters, videos, fotografías, documentos) a través de ésta y otras investigaciones. El personal del proyecto podría actuar como un actor secundario y facilitador de información y materiales, por lo que deberá estar formado por personal capacitado tanto en el área de la Biología como en el de la educación.

CALENDARIO DE ACTIVIDADES

El presente Plan de Manejo debe de ser anual, en el que las actividades de protección se sugiere se lleven a cabo de acuerdo al cronograma de actividades que se presenta a continuación:

LITERATURA CONSULTADA

- Álvarez del Toro M. 1991. Los Mamíferos de Chiapas, Gobierno del Estado de Chiapas, 2a edición. 133 pp.
- Anderson S. y A. Gaunt. 1962. A classification of the white-sided jackrabbits of México. American Museum Novitates 2088:1-16.
- Baillie J. y B. Groombridge. 1996. 1996 IUCN Red List of threatened animals, IUCN, Gland, Switzerland. 368 pp.
- Carrillo-Reyes, A. 2009. Uso de hábitat de la liebre de Tehuantepec (*Lepus flavigularis*) en Santa María del Mar, Oaxaca. Tesis. El Colegio de la Frontera Sur.
- Carrillo-Reyes, A., C. Lorenzo, E. Naranjo, M. Pando y T. Rioja. 2010. Home Range dynamics of an endangered lagomorph: conservation implications. Revista Mexicana de Biodiversidad, 81:143-151.
- Cervantes F. A. 1993a. Conejos y liebres silvestres de México. Ciencia y Desarrollo 19:58-69.
- Cervantes F. A. 1993b. *Lepus flavigularis*. Mammalian Species 423:1-3.
- Cervantes, F.A. y C. Lorenzo. 1997. Morphometric Differentiation of Rabbits (*Romerolagus* and *Sylvilagus*) and Jackrabbits (*Lepus*) of Mexico. Gibier Faune Sauvage, Game Wildlife, 14: 405-425.
- Cervantes F. A. y L. Yépez. 1995. Species richness of mammals from the vicinity of Salina Cruz, coastal Oaxaca, Mexico. Anales del Instituto de Biología 66(1): 113-122.
- Cervantes, F. A. y F. González, 1996. Los Conejos y Liebres Silvestres de México. Ecología y Conservación del Conejo Zacatuche y su Hábitat. Universidad Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica. México. 204 pp.
- Cervantes, F. A., C. Lorenzo, T. L. Yates. 2002. Genetic variation in population of mexican lagomorphs. Journal of Mammalogy, 8: 1077-1086.
- Cervantes, F. A., C. Lorenzo, V. Farías y J. Vargas. 2008. *Lepus flavigularis*. En: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.1. <www.iucnredlist.org>. Consultado: 26 de Mayo de 2010.
- Chapman J. A. et al. 1990, Chapter 14: Conservation action needed for rabbits, hares and pikas, Pp. 154-168, In: Rabbits, hares and pikas, Status survey and Conservation Action plan (J. A. Chapman y J. E. C. Flux, eds.), International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources, Gland, Switzerland. 168 pp.

- Chapman, J. A.; K. Dixon, W.; W. López-Forment y D. Wilson, 1983. The New World Jackrabbits and Hares (genus *Lepus*). 1. Taxonomic history and populations estatus. *Acta Zoológica Fenica*, 174:49-51.
- Farías, V., T.K. Fuller, F.A. Cervantes y C. Lorenzo. 2006. Home range and social behavior of the endangered Tehuantepec jackrabbit (*Lepus flavigularis*) in Oaxaca, Mexico. *Journal of Mammalogy* 87(4):748-756.
- Farías, V., T.K. Fuller, F.A. Cervantes y C. Lorenzo. 2008. Conservation of Critically Endangered Lagomorphs: The Tehuantepec Jackrabbit (*Lepus flavigularis*) as an Example. En: *Lagomorph Biology: Evolution, Ecology, and Conservation* (P.C. Alves, N. Ferrand, y K. Hackländer; Eds.). Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Pp. 363-368.
- Farías, V. y T. K. Fuller. 2009. Native vegetation structure and persistence of endangered Tehuantepec jackrabbits in a neotropical savanna in Oaxaca, México. *Biodiversity Conservation*, 18:1963-1978.
- Flux J.E.C. y R. Angermann. 1990. The hares and jackrabbits, Pp, 61-94, In: *Rabbits, hares and pikas. Status survey and Conservation Action Plan* (J.A. Chapman y J.E.C. Flux, eds.), International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources. Gland, Switzerland. 168 pp.
- Leopold, A. S., 1959. *Fauna Silvestre de México*. Editorial Pax México.391-392 pp.
- López-Forment W. 1989. News of *Lepus flavigularis*. *Lagomorph Newsletter* 9:4.
- Lorenzo C., O. Retana Guascón, F. A. Cervantes, J. Vargas y G. L, Portales. 2000. Status survey of the critically endangered *Lepus flavigularis*. Reporte final a la Chicago Zoological Society, El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. 10 pp.
- Lorenzo C., F. A. Cervantes, J. Vargas y F. X. González. 2001. Conservation of the critically endangered *Lepus flavigularis*. Reporte final al Lincoln Park Zoo Neotropic Fund, El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, Mexico. 18 pp.
- Lorenzo, C., L. Cuautle y F. Barragán. 2004. Variación Morfométrica a Escala Temporal en la Liebre del Istmo, *Lepus flavigularis* de México. *Anales del Instituto de Biología, U.N.A.M., Serie Zoología*, 75 (1): 207-228.
- Lorenzo, C., F. A. Cervantes, J. Vargas, 2005. Conservación de la liebre *Lepus flavigularis* en Peligro de Extinción. Informe Final. Fondo SectorialCONACyT-SEMARNAT. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. 28 pp.

- Lorenzo, C., F. A. Cervantes, F. Barragán y J. Vargas. 2006. New records of the endangered Tehuantepec jackrabbit (*Lepus flavigularis*) from Oaxaca, Mexico. *Southwestern Naturalist*, 51:116-126.
- Lorenzo, C., T. Rioja, A. Carrillo y F. Cervantes. 2008. Population Fluctuations of *Lepus flavigularis* (Lagomorpha: Leporidae) at Tehuantepec Isthmus, Oaxaca, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana*, 24(1):207-220.
- Lorenzo, C., A. Carrillo-Reyes, M. Gómez-Sánchez, A. Velázquez y E. Espinoza. 2011. Diet of the endangered Tehuantepec jackrabbit, *Lepus flavigularis*. *Therya*, 2(1):67-76.
- Marín, A. I., L. Hernández y J. W. Laundré. 2003. Predation Risk and Food Quality in the Selection of Habitat by Black-Tailed Jackrabbit (*Lepus californicus*): An Optional Foraging Approach. *Journal of Arid Enviroments*, 55: 101-110.
- Nelson E. W. 1909. The rabbits of North America. *North American Fauna* 29:9-287.
- Pérez-García, E.A., J. Meave y C. Gallardo. 2001. Vegetación y Flora de la Región de Nizanda, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Acta Botánica Mexicana*, 56:19-88.
- Rico, Y. 2007. Filogeografía e Historia Demográfica Poblacional de *Lepus flavigularis* (Mammalia:Lagomorpha) Basada en ADN Mitocondrial. Tesis de Maestría en Ciencias. El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de las Casas, México. 93 pp.
- Rico, Y., C. Lorenzo, F. X. González-Cozátl y E. Espinoza. 2007. Phylogeography and population structure of the endangered Tehuantepec jackrabbit *Lepus flavigularis*: implications for conservation. *Conservation Genetics*, 9(6): 1467-1477.
- Rioja P., T. M. 2008. Comportamiento reproductivo de la liebre de Tehuantepec *Lepus flavigularis* en su hábitat. Tesis. El Colegio de la Frontera Sur. 194 pp.
- Rioja, T., C. Lorenzo, E. Naranjo, L. Scott y A. Carrillo-Reyes. 2008. Polygynous mating behavior in the Endangered Tehuantepec Jackrabbit (*Lepus flavigularis*). *Western North American Naturalist*, 68:343-349.
- Rioja, T., C. Lorenzo, E. Naranjo, L. Scott y A. Carrillo-Reyes. 2011. Breeding and Parental Care in Endangered Tehuantepec Jackrabbit (*Lepus flavigularis*). *Western North American Naturalist*, 71(1):56-66.
- Sántiz L., E. C. 2002. Distribución y abundancia de la liebre endémica *Lepus flavigularis* y el conejo castellano *Sylvilagus floridanus* (Mammalia: Lagomorpha) en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Chiapas, México.

- Sántiz, L., E. C. 2005. Selección de hábitat y densidad de la liebre del Istmo *Lepus flavigularis* (Wagner 1844) en Oaxaca, México. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología, A. C. Veracruz, México.
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAT). 2001. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección Ambiental- Especies de flora y fauna silvestres en México- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo, Diario Oficial de la Federación. Pp. 2-21. México, D. F.
- Uribe-Alcocer, M., F. A. Cervantes, C. Lorenzo-Monterrubio y L. Güereña-Gándara. 1989. Karyotype of the Tropical Hare (*Lepus flavigularis*, Leporidae). *Southwestern Naturalist*, 34(2):304-306.
- Vargas, C., 2000. Distribución, abundancia y hábitat de la liebre endémica *Lepus flavigularis* (Mammalia: Lagomorpha). Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 70 pp.
- Wilson, D. E. y M. DeeAnn. 2005. *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference* (3rd ed). Johns Hopkins University Press. 142 pp.