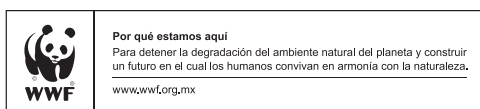




El Proyecto Mixteca fue creado por iniciativa y gestión de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) ante el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por sus siglas en inglés), a través del programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), en coordinación con el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

De este modo, el Proyecto Mixteca es el resultado del trabajo conjunto de varias instituciones que logra sus objetivos con la participación y decisión de las comunidades, el apoyo de las instancias de investigación y las organizaciones de la sociedad civil, así como con el respaldo de los tres niveles de gobierno.







Proyecto financiado por el

**FONDO PARA EL MEDIO AMBIENTE MUNDIAL**  
INVERTIMOS EN NUESTRO PLANETA

**Informe de final**

Aplicar los módulos del InVEST a los servicios ecosistémicos claves del Proyecto Mixteca.

*Modulo: Biodiversidad.*

**Elaboración:**

Jorge Carranza Sánchez  
Cesar Octavio Silva González

Contenido	Pag.
<b>Resumen ejecutivo</b> .....	1
1. Introducción. ....	2
2. Modelo de Biodiversidad. ....	4
<b>2.1. El modelo.</b> .....	5
<b>2.2. ¿Cómo trabaja?</b> .....	6
2.2.1 Calidad del hábitat .....	6
2.2.2. Rareza del hábitat .....	9
<b>2.3. Limitaciones y simplificaciones</b> .....	10
3. Área de estudio. ....	11
4. Datos necesarios. ....	12
<b>4.1. Mapas de Uso del Suelo y Vegetación</b> .....	12
<b>4.2. La sensibilidad de los tipos de hábitat a cada amenaza,</b> .....	14
<b>4.3. Datos espaciales de la distribución e intensidad de cada amenaza y</b> .....	14
<b>4.4. Áreas Naturales Protegidas</b> .....	16
5. Resultados .....	17
<b>5.1. Modelo binario</b> .....	17
Tabla 6. Superficie para el valor de calidad de hábitat. ....	18
<b>5.2. Grupo Rapaces diurnas</b> .....	19
<b>5.3. Especie <i>Ortalis poliocephala</i></b> .....	21
<b>5.4. Especie <i>Trogon mexicanus</i></b> .....	23
<b>5.5. Grupo Salamandras</b> .....	25
<b>5.6. Genero Hyla</b> .....	28
<b>5.7. Grupo de Iguanas</b> .....	30
<b>5.8. Grupo Felinos</b> .....	32
<b>5.8. Especie <i>Abronia mixteca</i></b> .....	34
<b>5.9. Grupo Murciélagos nectarívoros</b> .....	37
6. Conclusiones. ....	40
7. Referencias bibliográficas .....	42

<b>Figuras</b>	<b>Pag.</b>
Figura 1. Área de intervención del Proyecto Mixteca.....	11
Figura 2. Uso del suelo y vegetación 1979.....	13
Figura 3. Uso del suelo y vegetación 2010.....	13
Figura 4. Distribución espacial de amenazas I.....	15
Figura 5. Distribución espacial de amenazas II.....	15
Figura 6. Áreas Naturales Protegidas y registros de especies.....	16
Figura 7. Distribución de área del modelo binario, Hábitat-No hábitat.....	17
Figura 8. Mejor calidad de hábitat para el grupo de Rapaces Diurnas.....	20
Figura 9. Mejor calidad de hábitat para la especie <i>Ortalis poliocephala</i> .....	22
Figura 10. Mejor calidad de hábitat para la especie <i>Trogon mexicanus</i> .....	24
Figura 11. Mejor calidad de hábitat para el grupo de Salamandras.....	26
Figura 12. Mejor calidad de hábitat para el grupo del genero <i>Hyla</i> .....	29
Figura 13. Mejor calidad de hábitat para el grupo de las Iguanas.....	31
Figura 14. Mejor calidad de hábitat para el grupo de Felinos.....	33
Figura 15. Mejor calidad de hábitat para la especie <i>Abronia mixteca</i> .....	36
Figura 16. Calidad de hábitat para el grupo de murciélagos nectarívoros.....	39

<b>Tablas</b>	<b>Pag.</b>
Tabla 1. Tipos de uso del suelo y vegetación.	12
Tabla 2. Especies y grupos funcionales obtenidos en los talleres de expertos.	14
Tabla 3. Amenazas identificadas.	14
Tabla 4. Áreas Naturales Protegidas en el área de intervención del Proyecto Mixteca.	16
Tabla 5. Datos de sensibilidad, modelo binario.	17
Tabla 6. Superficie para el valor de calidad de hábitat.	18
Tabla 7. Datos de sensibilidad para el grupo de las aves Rapaces Diurnas.	19
Tabla 8. Mejor calidad de hábitat para el grupo de las aves Rapaces Diurnas.	20
Tabla 9. Datos de sensibilidad para la especie <i>Ortalis poliocephala</i> .	22
Tabla 10. Mejor calidad de hábitat para la especie <i>Ortalis poliocephala</i> .	23
Tabla 11. Datos de sensibilidad para la especie <i>Trogon mexicanus</i> .	24
Tabla 12. Mejor calidad de hábitat para la especie <i>Trogon mexicanus</i> .	25
Tabla 13. Datos de sensibilidad para el grupo de Salamandras.	26
Tabla 14. Mejor calidad de hábitat para el grupo de Salamandras.	27
Tabla 15. Datos de sensibilidad para el grupo del género Hyla.	28
Tabla 16. Mejor calidad de hábitat para el grupo del genero Hyla.	29
Tabla 17. Datos de sensibilidad para el grupo de las Iguanas.	31
Tabla 18. Mejor calidad de hábitat para el grupo de las Iguanas.	32
Tabla 19. Datos de sensibilidad para el grupo de los Felinos.	33
Tabla 20. Mejor calidad de hábitat para el grupo de los Felinos.	34
Tabla 21. Datos de sensibilidad para la especie <i>Abronia mixteca</i> .	36
Tabla 22. Mejor calidad de hábitat para la especie <i>Abronia mixteca</i> .	37
Tabla 23. Datos de sensibilidad para el grupo de los murciélagos nectarívoros.	38
Tabla 24. Mejor calidad de hábitat para el grupo de los murciélagos nectarívoros.	39

**Acrónimos.**

INVEST. Integrated Valuation Of Environment Services Of Trade Offs.

TNC. The Nature Conservancy.

WWF World Wildlife Fund

USV. Uso del suelo y vegetación.

INEGI. Instituto Nacional de Geografía y Estadística.

NOM0. Norma Oficial Mexicana.

UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

CITES. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad.

UNAM. Universidad Nacional Autónoma de México

MZFC. Museo de Zoología, Facultad de Ciencias



## Resumen ejecutivo

El campo del estudio de los servicios ecosistémicos y sus aplicaciones para la toma de decisiones está creciendo rápidamente. Los vínculos entre el bienestar humano y los ecosistemas no se conocen a fondo para la mayoría de los ecosistemas del planeta, para una gran variedad de contextos socio-económicos, y para múltiples escalas. El estudio de los servicios ecosistémicos es inherentemente complejo y representa un reto enorme. Su comprensión requiere del entendimiento tanto de la complejidad inherente de los sistemas ecológicos, como de los sociales, y la interacción ente ellos. Los avances científicos en el entendimiento de los servicios ecosistémicos son indispensables para poder transferirlos hacia la sociedad de tal forma que tengan consecuencias en la toma de decisiones y en la generación de políticas que aseguren su mantenimiento.

Para alinear la conservación de los ecosistemas con las fuerzas económicas, se han desarrollado modelos que cuantifican y trazan un mapa de los valores de servicios ambientales. El conocer los patrones espaciales de provisión de los servicios ecosistémicos por medio de mapas es una herramienta útil, ya que muchas decisiones de conservación y manejo se dan en un contexto espacial. Una de las aplicaciones a utilizar es InVEST (Integrated Valuation of Environment Services and Trade offs) que fue diseñada para tomar decisiones de manejo de los recursos naturales. Desde funcionarios de gobierno hasta organizaciones no gubernamentales frecuentemente manejan recursos de tierra y agua para múltiples usos e inevitablemente deben evaluar compensaciones entre estos; el multiservicio de InVEST a través del diseño modular proporciona una herramienta eficaz para evaluar estas compensaciones; entre los modelos para los sistemas terrestres se encuentra el de **Biodiversidad: Calidad del hábitat y rareza**, el cual será desarrollado en el presente trabajo en el área de intervención del proyecto Mixteca.

El modelo utiliza siete tipos de datos de entrada, cinco de ellos son necesarios y los otros opcionales. Los datos requeridos incluyen: Mapas de uso del suelo y vegetación, sensibilidad de los tipos de hábitat a cada amenaza, datos espaciales de la distribución e intensidad de cada amenaza y ubicación de las áreas protegidas. Para la determinación de las especies y/o grupos funcionales claves se realizaron tres talleres de expertos, como resultado de los talleres se obtuvieron las especies y grupos funcionales: de las especies *Ortalis poliocephala*, *Trogon* sp, *Hyla* sp, *Iguana* sp y *Abronia mixteca* y de los grupos funcionales fue seleccionado a las rapaces diurnas, salamandras, felinos y murciélagos nectarívoros.

Los resultados para cada especie y grupo funcional se presentan en mapas con la distribución de la mejor calidad de hábitat, así como el nivel inmediato inferior. Para algunas especies y/o grupos funcionales la mejor calidad del hábitat se distribuye en toda el área de intervención del proyecto Mixteca, mientras que para otros la calidad de hábitat se encuentra restringida en algunos tipos de vegetación.

## 1. Introducción.

El campo de estudio de los servicios ecosistémicos y sus aplicaciones para la toma de decisiones está creciendo rápidamente (Balvanera y Cotler, 2007<sup>1</sup>). Los vínculos entre el bienestar humano y los ecosistemas no se conocen a fondo para la mayoría de los ecosistemas del planeta, para una gran variedad de contextos socio-económicos, y para múltiples escalas. Balvanera y Cotler (2007<sup>2</sup>) llevaron a cabo una recopilación de una muestra de la creciente diversidad de enfoques que se tiene al respecto de los servicios que proveen los bosques templados del centro de México (Almeida-Leñero *et al.*, 2007<sup>3</sup>; Pérez-Maqueo *et al.*, 2007<sup>4</sup>), del sur de Chile (Meynard *et al.*, 2007<sup>5</sup>), los ecosistemas acuáticos continentales tropicales (Castello *et al.*, 2007<sup>6</sup>), así como, cuencas hidrológicas (Ávila-Foucat, 2007<sup>7</sup>) o especies individuales (Aguilera-Taylor *et al.*, 2007<sup>8</sup>) del trópico seco. Los estudios abarcan un abanico de condiciones socioeconómicas, incluyendo la gran heterogeneidad de culturas. Al mismo tiempo analizan a través de los trabajos diferentes escalas espaciales que van desde toda la ecorregión de Chile (Meynard *et al.*, 2007<sup>9</sup>) hasta una cuenca pequeña de sólo 30 Km<sup>2</sup> al sur de la ciudad de México (Almeida-Leñero *et al.*, 2007<sup>10</sup>). Esta diversidad muestra la enorme complejidad del tema de los Servicios Ecosistémicos, así como, el largo camino que aún hace falta recorrer.

Aún queda mucho por saber acerca del papel que juegan las características de los ecosistemas y su capacidad de brindar servicios. Es necesario conocer más acerca de la relación entre los componentes, condiciones y procesos de los ecosistemas y los distintos servicios ecosistémicos. El concepto mismo fue creado para comprender la liga entre los ecosistemas y el bienestar humano, sin embargo es poco lo que se sabe en cómo y en qué medida los ecosistemas inciden en el bienestar humano. Los servicios benefician directamente a distintos sectores de la sociedad, quienes aprecian o perciben de manera diferente los beneficios y que además promueven de forma diversa la provisión de los servicios. Así, mientras que algunos servicios representan ganancias monetarias para algunos sectores de la sociedad, como lo es la extracción de los recursos forestales de los bosques (Meynard *et al.*, 2007<sup>11</sup>), otros servicios pueden ser cruciales para la supervivencia de la población, como es el caso de los servicios derivados de las pesquerías tropicales (Castello *et al.*, 2007<sup>12</sup>).

<sup>1</sup>Balvanera, P. y Cotler, H. 2007. Acercamiento al estudio de los servicios ecosistémicos. *Gaceta ecológica* número especial **84-85** (2007) 8-15 Instituto Nacional de Ecología, México.

<sup>2</sup>*Idem 1.*

<sup>3</sup>Almeida-Leñero, L., M. Nava, A. Ramos, M. Espinosa, M. J. Ordoñez y J. Jujnovsky. 2007. Servicios ecosistémicos en la cuenca del río Magdalena, DF. *Gaceta Ecológica* **84-85**:53-64.

<sup>4</sup>Pérez-Maqueo, O., M. Equihua, G. Vázquez, M. L., Martínez, A. Campos, G. Castillo, E. Díaz Pardo, J.G. García Franco, D. Gelssert, K. Mehlreter, E. Meza y L. Muñoz-Viller. 2007 Construcción de consensos mediante modelación medida con enfoque en servicios ecosistémicos. *Gaceta Ecológica* **84-85**: 107-116.

<sup>5</sup>Meynard, C. N., Lara, M. Pino, M. Soto, D. Soto, L. Nahuelhual, D. Nuñez, C. Echeverría, C. Jara, C. Oyarzún, M. Jiménez y F. Morey 2007. Integrando ciencia, economía y sociedad: servicios ecosistémicos en la región de los bosques lluviosos valdivianos. *Gaceta Ecológica* **84-85**: 29-38.

<sup>6</sup>Castello, L., J. P. Castello y C. A. S. Hall. 2007 Problemas en el estudio y manejo de pesquerías tropicales. *Gaceta Ecológica* **84-85**: 65-73.

<sup>7</sup>Avila-Foucat, V.S. 2007. Los modelos de economía ecológica: una herramienta metodológica para el estudio de los servicios ambientales. *Gaceta Ecológica* **84-85**:85-91.

<sup>8</sup>Aguilera-Taylor, I., A. Corzo-Dominguez, G. Muñoz-Castro y L. López-Hoffman. 2007. Servicios ambientales de una palma endémica: importancia para la población rural. *Gaceta Ecológica* **84-85**: 75-84.

<sup>9</sup>Meynard, C. N., Lara, M. Pino, M. Soto, D. Soto, L. Nahuelhual, D. Nuñez, C. Echeverría, C. Jara, C. Oyarzún, M. Jiménez y F. Morey 2007. Integrando ciencia, economía y sociedad: servicios ecosistémicos en la región de los bosques lluviosos valdivianos. *Gaceta Ecológica* **84-85**: 29-38.

<sup>10</sup>Almeida-Leñero, L., M. Nava, A. Ramos, M. Espinosa, M. J. Ordoñez y J. Jujnovsky. 2007. Servicios ecosistémicos en la cuenca del río Magdalena, DF. *Gaceta Ecológica* **84-85**:53-64.

<sup>11</sup>*Idem 8*

<sup>12</sup>Castello, L., J. P. Castello y C. A. S. Hall. 2007 Problemas en el estudio y manejo de pesquerías tropicales. *Gaceta Ecológica* **84-85**: 65-73.

De los vínculos entre ecosistemas y sociedad a través de los servicios ecosistémicos, se deben establecer estrategias sustentables de relación con los ecosistemas. En México, como en muchos países, el severo deterioro ambiental actual se debe en gran medida al desarrollo de políticas y estrategias que NO han procurado el mantenimiento de un adecuado funcionamiento de los ecosistemas, para lo cual se requiere entre otras medidas:

- Hacer compatibles las necesidades de los seres humanos con el entorno, estableciendo patrones de uso, aprovechamiento y manejo de los ecosistemas en donde se logre mantener su integridad y funcionamiento, y con ello la capacidad de proveer servicios.
- Identificar las necesidades de los distintos actores, promover su participación, conjuntar políticas intersectoriales que permitan mantener la capacidad de los ecosistemas para brindar servicios, así como el bienestar de los distintos actores.
- Diseñar e implementar programas de políticas públicas e instrumentos de planeación.

Por lo anterior, el estudio de los servicios ecosistémicos es inherentemente complejo y representa un reto enorme. Su comprensión requiere del entendimiento tanto de la complejidad inherente de los sistemas ecológicos, como de los sociales, y la interacción entre ellos (Liu *et al.*, 2007<sup>13</sup>). Los avances científicos en el entendimiento de los servicios ecosistémicos son indispensables para poder transferirlos hacia la sociedad de tal forma que tengan consecuencias en la toma de decisiones y en la generación de políticas que aseguren su mantenimiento.

Los métodos para la cuantificación de servicios necesitan producir datos relevantes para la toma de decisiones que afecten en un sitio, estos deben ser prácticos y económicos (en términos de experiencia, equipamiento y tiempo), además de proveer resultados de una forma accesible para los actores, como políticos, planeadores y manejadores de los recursos. Una gran variedad de herramientas se han desarrollado con amplios progresos en la medición de los servicios ecosistémicos. Sin embargo algunos tienden a estar más especializados que cualquier usuario, técnicamente hablando, o bien requieren de trabajo de campo muy costoso y/o el uso de modelos de extrapolación de datos obtenidos en otros sitios, lo cual puede no reflejar las condiciones locales. Muchas otras herramientas no son apropiadas para estimar la red de consecuencias de una acción particular o de los servicios ecosistémicos, aun cuando esta sea la pregunta de mayor interés para la toma de decisiones.

Para alinear la conservación de los ecosistemas con fuerzas económicas, se han desarrollado modelos que cuantifican y trazan un mapa de los valores de servicios ambientales. El conocer los patrones espaciales de provisión de los servicios ecosistémicos por medio de mapas es una herramienta útil, ya que muchas decisiones de conservación y manejo se dan en un contexto espacial (Balvanera *et al.*, 2001<sup>14</sup>, Tallis *et al.*, 2013<sup>15</sup>). El conjunto de aplicaciones que mejor modela es aquel que satisface los análisis de múltiples servicios y múltiples objetivos. Algunos modelos actuales, que requieren relativamente pocos datos de entrada, pueden identificar áreas donde la inversión puede elevar el bienestar humano y el de la naturaleza.

<sup>13</sup>Liu, J., T. Dietz, S. R. Carpenter, M. Alberti, C. Folke, E. Moran, A. N. Pell, P. Deadman, T. Kratz, J. Lubchenco, E. Ostrom, Z. Ouyang, W. Provencher, C. L. Redman, S. H. Schneider y W. W. Taylor. 2007. Complexity of Coupled Human and Natural System. *Science* **317**: 1,513-516.

<sup>14</sup>Balvanera, P., G. C. Daily, P. R. Ehrlich, T. H. Ricketts, S. A. Bailey, S. Kark, C. Kremen and H. Pereira. 2001. Conserving biodiversity and ecosystem services. *Science* **291**: 2047

<sup>15</sup>Tallis, H.T., Ricketts, T., Guerry, A.D., Wood, S.A., Sharp, R., Nelson, E., Ennaanay, D., Wolny, S., Olwero, N., Vigerstol, K., Pennington, D., Mendoza, G., Aukema, J., Foster, J., Forrest, J., Cameron, D., Arkema, K., Lonsdorf, E., Kennedy, C., Verutes, G., Kim, C.K., Guannel, G., Papenfus, M., Toft, J., Marsik, M., Bernhardt, J., and Griffin, R. 2013. *InVEST 2.5.4 User's Guide*. The Natural Capital Project, Stanford.

Una de las aplicaciones a utilizar es InVEST<sup>16</sup> (Integrated Valuation of Environment Services and Trade offs) que fue diseñada para tomar decisiones de manejo de los recursos naturales. Desde funcionarios de gobierno hasta organizaciones no gubernamentales frecuentemente manejan recursos de tierra y agua para múltiples usos e inevitablemente deben evaluar compensaciones entre estos; el multiservicio de InVEST a través del diseño modular proporciona una herramienta eficaz para evaluar estas compensaciones.

InVEST puede ayudar a responder algunas preguntas como:

- a) ¿Dónde se originan los servicios ambientales y dónde se utilizan?
- b) ¿Cómo un plan de manejo forestal, afecta la producción de madera, la biodiversidad, la calidad de agua y la recreación?
- c) ¿Qué parte de una cuenca proporciona la mayor cantidad de captura de carbono, biodiversidad y valores de turísticos?

Las herramientas de InVEST incluyen un conjunto de modelos para cuantificar, mapear y evaluar los beneficios proporcionados por los sistemas terrestres, marinos y dulceacuícolas; entre los modelos para los sistemas terrestres se encuentra el de **Biodiversidad: Calidad del hábitat y rareza**, el cual será desarrollado en el presente trabajo para la Región Mixteca.

## 2. Modelo de Biodiversidad.

### *Calidad del hábitat y rareza.*

La biodiversidad es fundamental para el adecuado funcionamiento de los ecosistemas. La biodiversidad se refiere a la variedad de seres vivos que existen en la tierra y es producto del proceso continuo de evolución que ocurre desde hace millones de años. Esta biodiversidad es la responsable de los procesos de los ecosistemas e incluye la variedad de las distintas especies de plantas y animales, la variedad de razas de estas especies, así como la variedad de los distintos tipos de ecosistemas (Sarukhán *et al.*, 2009<sup>17</sup>).

El principal objetivo de la conservación es la protección de la biodiversidad, incluyendo la gama de genes, especies, poblaciones, hábitat y ecosistemas en un área de interés. Mientras que algunos consideran que la biodiversidad es un servicio ambiental, en este modelo se trata como un atributo independiente de los sistemas naturales, con su propio valor intrínseco (no se proporciona un valor monetario a la biodiversidad en este modelo). Los manejadores de los recursos naturales, instituciones y organizaciones de conservación, han incrementado el interés para entender cómo y dónde la biodiversidad y los servicios ambientales se alinean en el espacio y cómo las acciones de manejo afectan a ambos.

Existe evidencia de muchas fuentes que registran un cuadro aplastante de la disminución de la biodiversidad en el mundo (Vitousek *et al.* 1997<sup>18</sup>; Wilcove *et al.*, 1998<sup>19</sup>; Czech *et al.*, 2000<sup>20</sup>). Esta

<sup>16</sup>Idem 10.

<sup>17</sup>Sarukhán, J., et al. 2009. *Capital natural de México*. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

<sup>18</sup>Vitousek, P. M., H. A. Mooney, J. Lubchenco, and J. M. Melillo. 1997. Human Domination of Earth's Ecosystems. *Science* **277**:494.

<sup>19</sup>Wilcove, D. S., D. Rothstein, J. Dubow, A. Phillips, and E. Losos. 1998. Quantifying Threats to Imperiled Species in the United States. *Bioscience* **48**:607-615.

evidencia ha propuesto una amplia gama de respuestas de los gobiernos y la sociedad civil. Desde la Convención de Río sobre la Biodiversidad, 189 países convinieron preservar la biodiversidad dentro de sus fronteras. Pero aún existen escasas investigaciones sobre el traslape entre las oportunidades para la protección de la biodiversidad y la conservación de los servicios ambientales críticos para el bienestar económico de estos países.

Para que los manejadores (gestores) comprendan los patrones de distribución y riqueza a través del paisaje, individualmente o en grupos, es necesario mapear la gama o la ocurrencia de elementos (especies, comunidades, hábitat). El grado en el cual el actual uso del suelo y manejo afectan la persistencia de estos elementos puede ser evaluado también para diseñar estrategias apropiadas de conservación y así esperar que el manejo de recursos maximice la biodiversidad en estas áreas.

Existe una variedad de formas para identificar prioridades de conservación con diferentes balances entre ellas. Cada una de estas se enfoca en diferentes etapas de atributos y dinámica de la biodiversidad, incluyendo el hábitat con base en la representación de la vegetación, maximizando el número de especies cubiertas en una red de sitios de conservación (Ando *et al.*, 1998<sup>21</sup>), identificando patrones de riqueza, endemismo, y conservando procesos ecológicos. También existen métodos con un filtro híbrido de aproximación grueso-fino, cuya selección incluye elementos de filtros-finos como son las especies, con el único requerimiento de hábitat que puede no ser adecuadamente protegido usando solo una aproximación gruesa (TNC y WWF planeación ecorregional). **El modelo de Calidad de hábitat y Rareza de InVEST es más un filtro grueso o hábitat basado en aproximaciones.**

Las razones para modelar la biodiversidad con los servicios ambientales son simples pero de mucho peso; y permiten comparar los patrones espaciales de la biodiversidad y de los servicios ambientales, e identificar áreas donde la conservación puede beneficiar a los sistemas naturales y a la economía humana, así como áreas donde estos objetivos no se encuentren alineados. Además permite analizar el balance entre la biodiversidad y los servicios ambientales a través de diferentes escenarios de cambio en el uso del suelo. Los patrones de uso del suelo/cubierta que generan la mayor producción de servicios ambientales pueden no siempre permitir la mayor conservación de la biodiversidad (Nelson *et al.* 2008<sup>22</sup>).

## 2.1. El modelo.

**El modelo de biodiversidad InVEST, combina información de uso del suelo/cubierta y amenazas a la biodiversidad para producir mapas de Calidad del Hábitat y Rareza.** Esta acción genera dos clases de información clave que son utilizadas para realizar una evaluación inicial de las necesidades de conservación: la extensión y degradación relativas de diferentes tipos de hábitat en una región, y los cambios a través del tiempo. Esto permite una rápida evaluación de su condición y cambio; y además la posibilidad de medir más detalles del estado de la biodiversidad. Si el hábitat cambia, se toman como representación genética, especies o cambios ecosistémicos, de lo anterior el usuario asume que áreas con alta calidad de hábitat soportan mejor todos los niveles de biodiversidad

---

<sup>20</sup>Czech, B., P. R. Krausman, and P. K. Devers. 2000. Economic Associations among Causes of Species Endangerment in the United States. *Bioscience* 50:593-601.

<sup>21</sup>Ando, A, J. Camm, S. Polasky, and A. Solow. 1998. Species distributions, land values, and efficient conservation. *Science* 279:2126-2128.

<sup>22</sup>Nelson, E., S. Polasky, D. J. Lewis, A. J. Plantinga, E. Lonsdorf, D. White, D. Bael & J. J. Lawler. 2008. Efficiency of incentives to jointly increase carbon sequestration and species conservation on a landscape. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 105: 9471-9476.

y cuáles son los factores que influyen en la extensión y calidad del hábitat que con el tiempo disminuyen la persistencia de la biodiversidad, la resiliencia, la amplitud y profundidad en el área en declive.

El modelo de rareza del hábitat indica la extensión y el patrón de los tipos de cubierta natural en el paisaje actual o potencial con respecto a la extensión de algún tipo de cubierta de la tierra en algún periodo con respecto al punto de referencia. Los mapas de rareza permiten a los usuarios crear un mapa del hábitat raro en un paisaje, relativo al punto de referencia utilizado por el usuario para representar la mezcla de hábitats sobre el paisaje que son más apropiados para las áreas de estudio de la biodiversidad nativa.

**El modelo requiere datos básicos que se encuentran disponibles virtualmente en cualquier lugar en el mundo, esto es conveniente en áreas para las cuales los datos de distribución de especies son escasos o se encuentran incompletos.** La extensiva ocurrencia (presencia/ausencia) de datos puede estar disponible en muchos lugares para las condiciones actuales del área en estudio. **Sin embargo, modelar los cambios en la ocurrencia, persistencia, o vulnerabilidad de múltiples especies bajo condiciones futuras es frecuentemente imposible.** Por ejemplo, en un tiempo un hábitat se aproxima a niveles que detallan la ocurrencia de las especies, por lo tanto hay datos disponibles para las condiciones actuales en el área de estudio. Algunos de los componentes InVEST representan avances en cuanto a funcionalidad sobre muchas herramientas existentes de planeación de la conservación de la biodiversidad. La más significativa es la habilidad para caracterizar la sensibilidad de los tipos de hábitat para varias amenazas. **No todos los hábitats son afectados por todas las amenazas en el mismo sentido**, y el modelo de InVEST cuenta con esta versatilidad. Además el modelo permite a los usuarios estimar el impacto relativo de una amenaza sobre otra, así que las amenazas que son más dañinas a la persistencia de la biodiversidad en el paisaje pueden ser representadas como tal.

El modelo evalúa que el medioambiente actual se puede usar como una entrada de evaluación gruesa de las necesidades actuales y oportunidades de conservación. La evaluación del modelo potencial de uso del suelo/cubierta a futuro, se puede usar para medir cambios potenciales en la extensión del hábitat, calidad, y rareza sobre el medio y las necesidades y oportunidades de conservación en el futuro.

## 2.2. ¿Cómo trabaja?

### 2.2.1 Calidad del hábitat

Hábitat se define como: los recursos y condiciones presentes en un área que puede ser ocupada — incluye supervivencia y reproducción— por un organismo dado (Hall *et al.*, 1997<sup>23</sup>). Calidad de hábitat se refiere a la habilidad del medio para proveer condiciones apropiadas para la persistencia individual o la población, y es considerado una variable continua en el modelo, se expresa en niveles bajo, medio y alto, con base en la disponibilidad de supervivencia, reproducción y persistencia de la población respectivamente (Hall *et al.*, 1997<sup>24</sup>).

El hábitat con una alta calidad está relativamente intacto y tiene una estructura y función con un

<sup>23</sup>Hall, L.S., Krausman, P.R. and Morrison, M.L. 1997. The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin* 25(1):173-182.

<sup>24</sup>*Idem* 18.

nivel de variabilidad histórico. La calidad del hábitat depende de la proximidad a los usos del suelo humano y a la intensidad de estos usos del suelo. Generalmente, la calidad del hábitat disminuye cuando la cercanía a los usos del suelo humano se incrementa (Nelleman, 2001<sup>25</sup>; McKinney, 2002<sup>26</sup>; Forman *et al.*, 2003<sup>27</sup>).

El modelo trabaja utilizando datos en formato raster, o mapas en formato rejilla de celdas cuadradas. Cada celda en un raster es asignada a un tipo de uso del suelo/cubierta, el cual puede ser una cubierta natural (sin manejo) o una cubierta con manejo. Los tipos de uso del suelo/cubierta pueden ser dados a un nivel de clasificación detallada. Y se puede tener en tres mapas raster del uso del suelo/cubierta, uno para el punto de referencia, otro para las condiciones actuales y otro para las del futuro, pero como mínimo se debe de contar con el mapa actual.

El usuario define cual tipo de USV puede proveer hábitat para la conservación objetivo (ejem. si las aves que anidan en el bosque son los objetos de conservación entonces los bosques son el hábitat y las cubiertas sin bosque son no-hábitat).

¿Cuál tipo de USV debe ser considerado como hábitat? **Si se considera la biodiversidad en general o si faltan datos específicos sobre las relaciones de hábitat-biodiversidad, se puede realizar una aproximación binaria para asignar el hábitat a los tipos de USV.** En este caso el número “cero” puede ser asignado a los tipos de manejo en la matriz (no-hábitat) y el número “uno” a tipos de no manejo (hábitat). Bajo este esquema de modelo, los valores de la calidad de hábitat no reflejan la importancia del hábitat, rareza, o idoneidad; todos los tipos de hábitat son igualmente amenazados. La entrada del modelo asume no ser específica para ninguna especie o grupo de especies en particular, pero se aplica a la biodiversidad en general.

Investigaciones recientes sugieren que la matriz de manejo de la tierra, alrededor de los parches de no manejo pueden influenciar significativamente el efectivo aislamiento de los parches de hábitat, interpretando cuáles parches de hábitat están más o menos aislados a una simple distancia, a diferencia de lo que un modelo clásico puede indicar (Ricketts, 2001<sup>28</sup>; Prugh *et al.*, 2008<sup>29</sup>).

La modificación de la matriz puede proveer oportunidades para reducir los parches de aislamiento, así como el riesgo de extinción de las poblaciones en ambientes fragmentados (Franklin and Lindenmayer 2009<sup>30</sup>). Para este modelo, un valor relativo del hábitat idóneo puede ser asignado a los tipos de USV en un intervalo de 0 a 1, donde 1 indica el valor más alto de idoneidad, mientras que valores menores a 1 indican un hábitat donde una especie o grupos funcionales pueden tener menor supervivencia. Aplicando esta segunda aproximación se amplía grandemente la definición de hábitat de una simple y frecuentemente artificial aproximación binaria (ejem. “natural” contra “no natural”) a incluir un amplio espectro de los tipos USV tanto de manejo como de no manejo. Para expresar la continuidad de la idoneidad del hábitat a través de los tipos de USV, se puede valorar la importancia del manejo del uso del suelo o la calidad del hábitat holísticamente o bien considerar la importancia potencial de “trabajo” (o manejo) del medio.

<sup>25</sup>Nelleman C, Kullered L, Vistnes I, Forbes B, Foresman T, Husby E, Kofinas G, Kaltenborn B, Rouaud J, Magomedova M, Bobiwash R, Lambrechts C, Schei P, Tveitdal S, Gron O, Larsen T. 2001. GLOBIO. Global methodology for mapping human impacts on the biosphere. UNEP/DEWA/TR.01-3.

<sup>26</sup>McKinney, M.L. 2002. Urbanization, biodiversity, and conservation. *BioScience* 52:883-890.

<sup>27</sup>Forman, R. 2003. Road ecology: science and solutions. Island Press. New York, New York.

<sup>28</sup>Ricketts, T. H. 2001. The Matrix Matters: Effective Isolation in Fragmented Landscapes. *American Naturalist* 158:87- 99.

<sup>29</sup>Prugh, L., K. Hodges, A. Sinclair, and J. Brashares. 2008. Effect of habitat area and isolation on fragmented animal populations. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105:20770.

<sup>30</sup>Franklin, J.F. and D. B. Lindenmayer. 2009. Importance of matrix habitats in maintaining biological diversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106:349-350.

Si la continuidad del hábitat idóneo es relevante, se pueden aplicar los pesos con una lista de USV en un medio, en referencia a un gremio particular de especies de un grupo. **Por lo tanto, si se emplean los datos específicos de las relaciones de especies grupo-hábitat, la salida del modelo se refiere a la extensión y la calidad solo para la especie o el grupo modelado.**

El mapa de USV y los datos relacionan el USV a la idoneidad del hábitat, pero además el modelo también requiere datos sobre la intensidad de la amenaza del hábitat y sus efectos sobre la calidad del hábitat. En general, se considera que las modificaciones humanas a los tipos de USV causan la fragmentación del hábitat, efecto de borde, y la degradación en hábitat vecinos amenazados. El efecto de borde se refiere a cambios en las condiciones biológicas y físicas que ocurren en el límite de un parche y dentro de parches contiguos. Por ejemplo parcelas degradadas de no hábitat contiguas a parcelas de USV imponen efecto de borde sobre parcelas de hábitat y pueden tener un impacto negativo dentro de las parcelas de hábitat, como puede ser facilitando la entrada de depredadores, competidores, especies invasivas o químicos tóxicos y otros contaminantes.

El origen de cada amenaza requiere ser mapeada sobre una malla raster. Cada celda sobre el mapa de las amenazas puede indicar la intensidad de la amenaza en cada celda o bien simplemente un valor de 1 si la celda contiene la amenaza ya sea por una carretera o un área de cultivo y un valor de cero si no presenta ninguna amenaza.

Todas las amenazas deben ser medidas en la misma escala y unidad métrica. Por ejemplo, si una amenaza es medida en densidad por celdas, entonces todos los orígenes de degradación deben ser medidos en densidad por celda, donde la densidad es medida con las mismas unidades métricas (km y km<sup>2</sup>). **O bien, si una amenaza es medida como presencia/ausencia (1/0) sobre el mapa, entonces todas las amenazas deben ser mapeadas con la escala de presencia/ ausencia.**

El impacto de las amenazas sobre el hábitat en una malla de celdas es medido por cuatro factores:

**1.- El primer factor es el impacto relativo de cada amenaza.** Algunas amenazas pueden ser más dañinas para el hábitat, o igual para todos o bien tener valores de impacto relativo. En este caso, las áreas urbanas pueden ser consideradas el doble de degradación para cualquier hábitat cercano a las áreas agrícolas. El peso de origen de la degradación indica la destrucción relativa de un origen de degradación para todos los hábitats. El peso puede ser asignado sobre un valor de 0 a 1. Por ejemplo si el área urbana tiene una amenaza con un peso de 1 y el peso de la amenaza de la carretera es igual a 0.5, entonces las áreas urbanas causan el doble de disturbio para todos los tipos de hábitat.

**2.- El segundo factor de mitigación es la distancia entre los hábitats, el origen de la amenaza, y el impacto de la amenaza a través del espacio.** En general, el impacto de la amenaza en el hábitat disminuye cuando la distancia del origen de la degradación se incrementa. De esta manera la malla de celdas que se encuentra más próxima a las amenazas puede experimentar impactos mayores. Por ejemplo, una malla de celdas que está a 2 Km del borde de un área urbana y a 0.5 Km de una vía rápida, el impacto de estos dos orígenes de amenaza sobre el hábitat en una malla de celdas dependerá particularmente de cómo estas amenazas disminuyan rápidamente en el espacio. El usuario puede seleccionar una función lineal o exponencial de la distancia-decrece para describir cómo la amenaza disminuye en el espacio.

**3.- El tercer factor que puede mitigar el impacto de las amenazas sobre el hábitat es el nivel de protección de disturbio en cada celda.** Son las áreas protegidas o las zonas inaccesibles para la gente como las áreas de altas elevaciones y otras protecciones naturales. El modelo asume que una celda que tiene mayor protección física para degradación, menos será afectada por las amenazas cercanas, no importa el tipo de amenaza. Es importante notar que donde existe la protección física frecuentemente disminuye el impacto de las actividades extractivas como la cacería o la pesca en tales



hábitats, sin embargo esto no parece proteger contra otros orígenes de degradación tal como la contaminación del aire o el agua, la fragmentación del hábitat o los efectos de borde.

**4.- La relativa sensibilidad de cada tipo de hábitat a cada amenaza en el medio es el último factor a considerar cuando se genera la degradación total en una celda de hábitat.** El modelo asume que a mayor sensibilidad a una amenaza determinada en un tipo de hábitat, mayor es la degradación de ese tipo de hábitat a causa de esa amenaza. La sensibilidad de los hábitat a las amenazas puede ser con base a principios generales de ecología del paisaje para la conservación de la biodiversidad (e.g., Forman 1995<sup>31</sup>; Noss 1997<sup>32</sup>; Lindenmayer *et al.*, 2008<sup>33</sup>).

En el modelo de biodiversidad se estableció un valor  $k=0.5$  para la interface, en general, se establece el valor de  $k$  como la mitad del valor de la celda con degradación más alta en el paisaje. El valor de  $k$  determina la extensión y la tendencia central de los valores de calidad del hábitat. Este valor se puede cambiar para calibrar el modelo, lo importante es que, si se analizan escenarios, independientemente del valor que se selecciona para  $k$  en el primer paisaje para correr el modelo, debe usarse el mismo valor de  $k$  para todos los escenarios alternativos para el mismo paisaje. De igual forma, independientemente de qué resolución espacial se seleccione al correr el modelo por primera vez sobre un paisaje, hay que usar el mismo valor de resolución espacial para correr todos los modelos sobre el mismo paisaje. Y si se quiere cambiar el valor de  $k$  o la resolución para correr un modelo, entonces hay que cambiar los parámetros para todos los modelos, sobre todo si se están comparando escenarios para el mismo paisaje.

### 2.2.2. Rareza del hábitat

Mientras el mapeo de la calidad del hábitat puede ayudar a identificar áreas donde la diversidad biológica probablemente es la más intacta o se encuentra en peligro, es también crítico evaluar la rareza relativa de los hábitats sobre el paisaje, independientemente de la calidad. En muchos proyectos de conservación se les da la prioridad más alta a los hábitats que son más raros, simplemente porque las opciones y oportunidades para conservarlos son limitadas y si todos estos hábitats se pierden, también se pierden las especies y procesos asociados con ellos.

La rareza relativa de un tipo de USV sobre un paisaje actual o proyectado es evaluada con respecto a un patrón del punto de referencia de los tipos de USV. Un tipo de USV sobre un mapa actual o proyectado que es raro, para algún estado de referencia del paisaje probablemente no está en el peligro crítico de desaparición, mientras que un tipo de USV raro sobre un mapa actual o proyectado que fue abundante en el pasado (de acuerdo al punto de referencia) ahora está en peligro de desaparición.

En el primer paso del cálculo de rareza se considera el **rango entre la extensión actual o proyectada y la pasada** (el punto de referencia, también llamado línea base) de cada tipo de USV. Restando este rango de 1, el modelo obtiene un índice que representa la rareza del tipo de USV sobre el paisaje de interés.

*Fórmula 1*

<sup>31</sup>Forman, R. 1995. Land Mosaics: The Ecology of landscapes and regions. Cambridge Univ Press. New York.

<sup>32</sup>Noss, R. F., M. A. Connell, and D. D. Murphy. 1997. The science of conservation planning: habitat conservation under the endangered species act. Island Press.

<sup>33</sup>Lindenmayer, D., Hobbs, R., Montague-Drake, R., Alexandra, J., Bennett, A., Burgman, M., Cae, P., Calhoun, A., Cramer, V., Cullen, P. 2008. A checklist for ecological management of landscapes for conservation. *Ecology Letters* **11**:78-91.

$$R_j = 1 - \frac{N_j}{N_j \text{ lineabase}}$$

Donde:

$N_j$ , número de celdas en la malla de  $USV_j$  sobre el mapa actual o proyectado.

$N_j \text{ lineabase}$  proporciona el número de celdas de la malla de  $USV_j$  de la línea base ó referencia.

El cálculo de  $R_j$  requiere que la línea base/referencia actual y/o proyectada del mapa de USV se encuentre en la misma resolución. En este sistema de medida, lo más cercano a 1, en un valor  $R$  de USV, representa la mayor probabilidad de la preservación de este tipo de USV sobre el paisaje actual o futuro y que es importante para la conservación de la diversidad biológica. Si el  $USV_j$  no apareciera sobre el paisaje de la línea base/referencia entonces  $R_j = 0$ .

Una vez que se tiene la medida de  $R_j$  para cada tipo de USV, se puede cuantificar la rareza total del tipo de hábitat en cada celda  $x$  con:

*Fórmula 2*

$$R_x = \sum_{x=1}^X \sigma_{xj} R_j$$

Donde  $\sigma_{xj} = 1$  si la celda  $x$  está en  $USV_j$  sobre el paisaje actual o proyectado, de otra forma es igual a 0.

### 2.3. Limitaciones y simplificaciones

En este modelo todas las amenazas en el paisaje se suman, aunque existe evidencia de que, en algunos casos, los impactos colectivos de múltiples amenazas son mucho mayores que la suma del nivel de amenazas individuales.

Al seleccionar el área de interés, esta se encuentra típicamente dentro de un paisaje mayor, y es importante reconocer que un paisaje tiene límites artificiales, donde los hábitat amenazados se han eliminado o ignorado por completo inmediatamente fuera de los límites del área de interés, como consecuencia la intensidad de la amenaza. Por consiguiente, la intensidad de amenaza siempre será menos sobre los bordes de un paisaje dado. Por lo anterior se puede seleccionar un paisaje para modelar los objetos más allá de las fronteras de su paisaje de interés. Entonces, después de que los resultados han sido generados, se pueden extraer los resultados solamente para el paisaje interior de interés.

### 3. Área de estudio.

La región de la Mixteca se encuentra al Oeste del estado de Oaxaca y colinda al Oeste con el límite del estado de Guerrero y al norte con el estado de Puebla, con la Región de la Cañada al Este, al Sureste con Los Valles Centrales y al Sur con la Sierra Sur. Se ubica entre las coordenadas extremas de  $16^{\circ} 35' 11.928''$  N y  $18^{\circ} 17' 49.390''$  N de Latitud Norte y  $96^{\circ} 57' 58.692''$  W y  $98^{\circ} 30' 0.810''$  W de Longitud Oeste (Figura 1).

El área de intervención del proyecto ocupa una superficie de 1'714,097 hectáreas y se encuentra localizada en la Región Mixteca con siete distritos: Silacayoapam, Huajuapam, Coixtlahuacan, Juxtlahuaca, Teposcula, Nochitlan y Tlaxiaco; y parte de la región Sierra Sur. Con 155 municipios de la Región Mixteca y 5 de la Región Sierra Sur<sup>34</sup> y un total de 2,364 localidades<sup>35</sup>. Con base en los datos del Censo Nacional de Población 2010<sup>36</sup>, la región mixteca, cuenta con una población de 522,252 habitantes, donde la Heroica Ciudad de Huajuapam de León, es la población que cuenta con el mayor número de habitantes con 69,839.

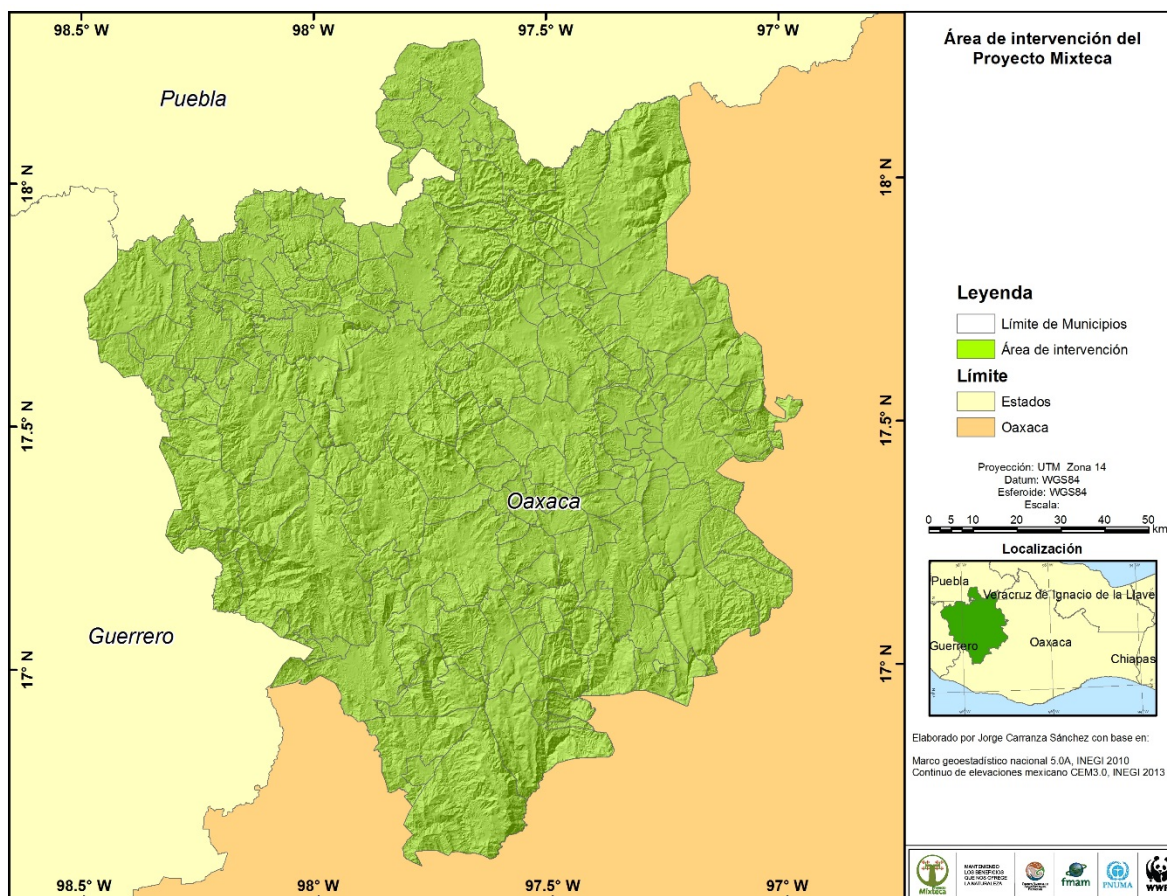


Figura 1. Área de intervención del Proyecto Mixteca.

<sup>34</sup>INEGI 2010. Marco Geoestadístico Nacional Versión

5.0A. [http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/m\\_geoestadistico.aspx](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/m_geoestadistico.aspx)

<sup>35</sup>Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/>

<sup>36</sup>INEGI 2010. Censo de población y vivienda. <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx>

## 4. Datos necesarios.

El modelo utiliza siete tipos de datos de entrada, cinco de ellos son necesarios y los otros opcionales. Los datos requeridos incluyen:

- 1.- Mapas de Uso del Suelo y Vegetación,
- 2.- La sensibilidad de los tipos de hábitat a cada amenaza,
- 3.- Datos espaciales de la distribución e intensidad de cada amenaza y
- 4.- La ubicación de las áreas protegidas.

### 4.1. Mapas de Uso del Suelo y Vegetación

Como primer paso se obtuvieron las coberturas de uso del suelo y vegetación, fueron utilizadas las cubiertas del suelo y vegetación del Módulo Tasa de Transformación del Hábitat para la línea año 1979 y para la actual, la cobertura del año 2010 [Tabla 1](#), [Figuras 2 y 3](#) (Carranza 2014)<sup>37</sup>

Tabla 1. Tipos de uso del suelo y vegetación.

#### Uso de suelo y vegetación

Área sin Vegetación Aparente  
 Bosque Mesófilo de Montaña con Veg. Sec.  
 Bosque de Encino  
 Bosque de Encino con Veg. Sec.  
 Bosque de Pino  
 Bosque de Pino con Veg. Sec.  
 Bosque de Pino-Encino (Incluye Encino-Pino)  
 Bosque de Pino-Encino (Incluye Encino-Pino) con Veg. Sec.  
 Bosque de Tascáte  
 Bosque de Tascáte con Veg. Sec.  
 Chaparral  
 Matorral Crasicáule  
 Matorral Crasicáule con Veg. Sec.  
 Matorral Xerófilo  
 Palmar  
 Plantación Forestal  
 Selva Baja Caducifolia  
 Selva Baja Caducifolia con Veg. Sec.  
 Selva Mediana Subcaducifoliacon con Veg. Sec.  
 Área Agrícola  
 Área Impactada por Incendio  
 Asentamientos Humanos  
 Pastizales  
 Cuerpos de Agua

<sup>37</sup>Carranza, S.J. 2014. Análisis de información espacial y aplicación de herramientas para la determinación de servicios ecosistémicos y toma de decisiones en la Región de la Mixteca. Convenio OO66 WWF.

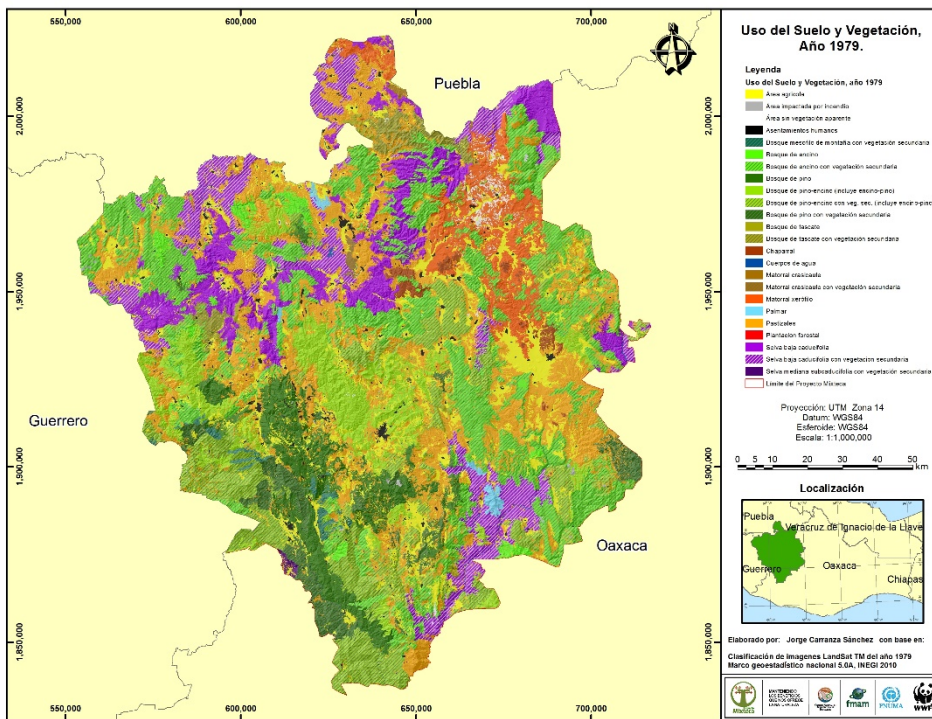


Figura 2. Uso del suelo y vegetación 1979.

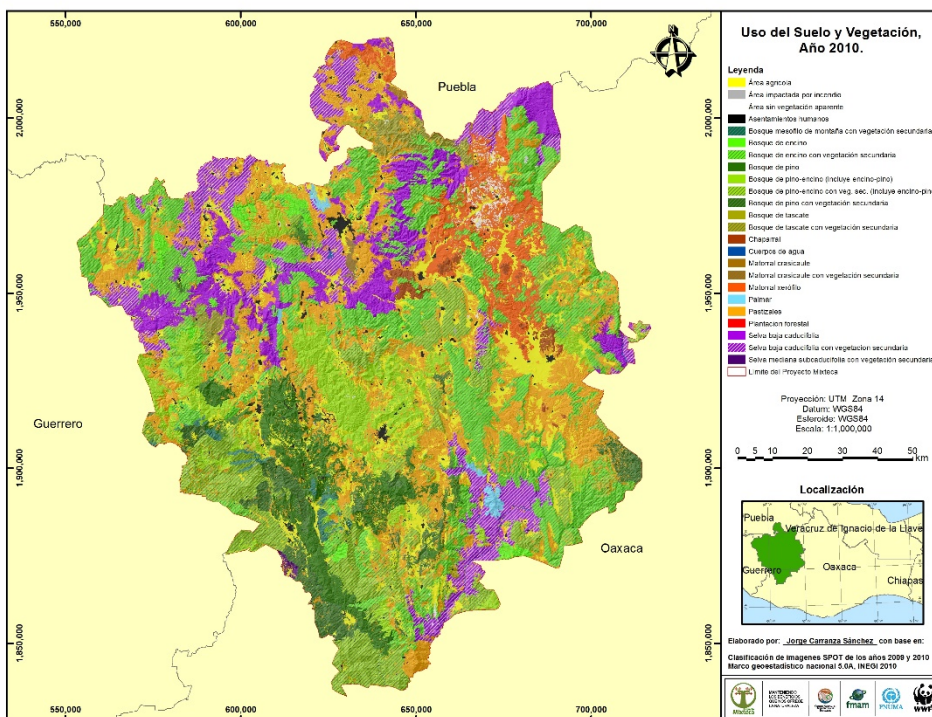


Figura 3. Uso del suelo y vegetación 2010.

## 4.2. La sensibilidad de los tipos de hábitat a cada amenaza,

Para la determinación de las especies y/o grupos funcionales claves se realizaron tres talleres, los dos primeros se realizaron el 24 y 31 de enero del 2014, enfocados a fauna. Mientras que el tercero se realizó para analizar la situación de la flora y se desarrolló el día 11 de marzo del 2014.

Para el desarrollo de los talleres de fauna se utilizó como base los datos obtenido del trabajo de Chagoya, V. 2011<sup>38</sup>. Se clasificaron las especies con base en algunos criterios como NOM059, lista de la UICN, lista de CITES, si son endémicas para México, Oaxaca y la Región. También se consideraron otros criterios como son: indicadoras, carismáticas emblemáticas y sombrilla, así como su importancia económica y cultural entre otros.

Como resultado de los talleres de fauna se obtuvieron las especies y grupos funcionales que se muestran en la [Tabla 2](#).

Tabla 2. Especies y grupos funcionales obtenidos en los talleres de expertos.

Núm.	Especies	Grupos
1		Rapaces diurnas
2	<i>Ortalis poliocephala</i>	
3	<i>Trogon mexicanus</i>	
4		Salamandras
5	<i>Hyla</i> sp	
6	<i>Iguana</i> sp	
7		Felinos
8	<i>Abronia mixteca</i>	
9		Murciélagos néctar

## 4.3. Datos espaciales de la distribución e intensidad de cada amenaza y

Las amenazas identificadas se presentan en la [Tabla 3](#), estableciendo la distancia de impacto para cada amenaza. La distribución espacial de cada amenaza se presenta en los mapas de la siguiente página ([Figuras 4 y 5](#)).

Tabla 3. Amenazas identificadas.

AMENAZA	THREAT	MAX_DIST	WEIGHT	DECAY
Asentamientos Humanos	AH	10.0	1.0	0
Pastizal	PAS	2.0	0.5	0
Agricultura de Temporal	AGR	5.0	0.8	0
Vía Pavimentado	VIAP	4.0	0.3	0
Vía Terracería	VIAT	2.0	0.3	0

<sup>38</sup>Chagoya, L.V. 2011, Biodiversidad de fauna de la región mixteca, Word Wildlife Fund-México, Convenio OL93. México D.F.

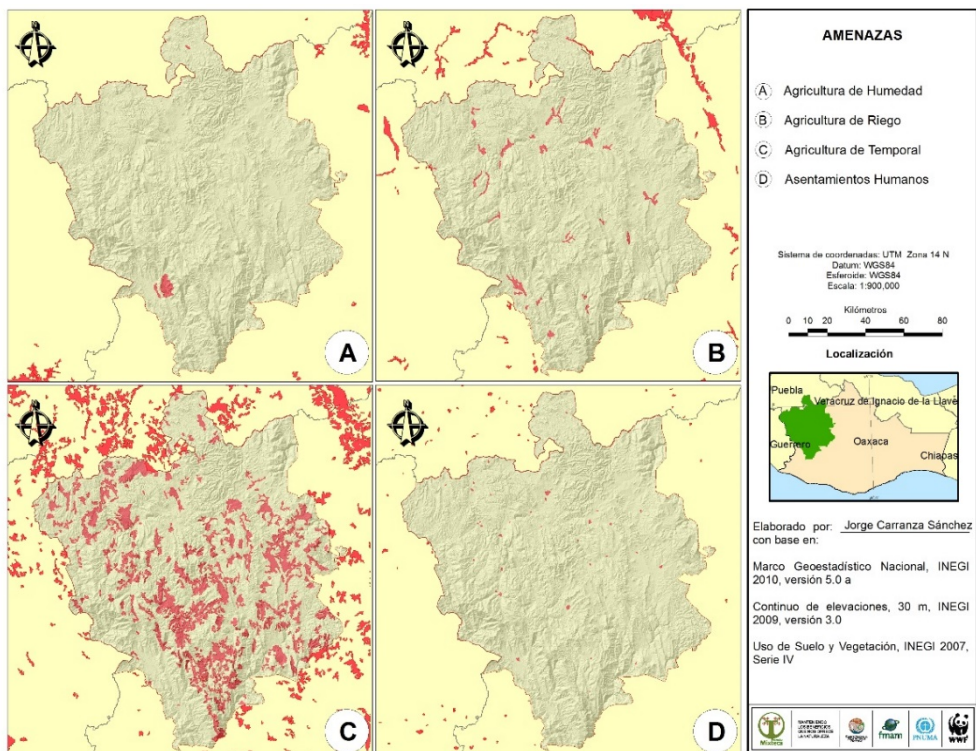


Figura 4. Distribución espacial de amenazas I.

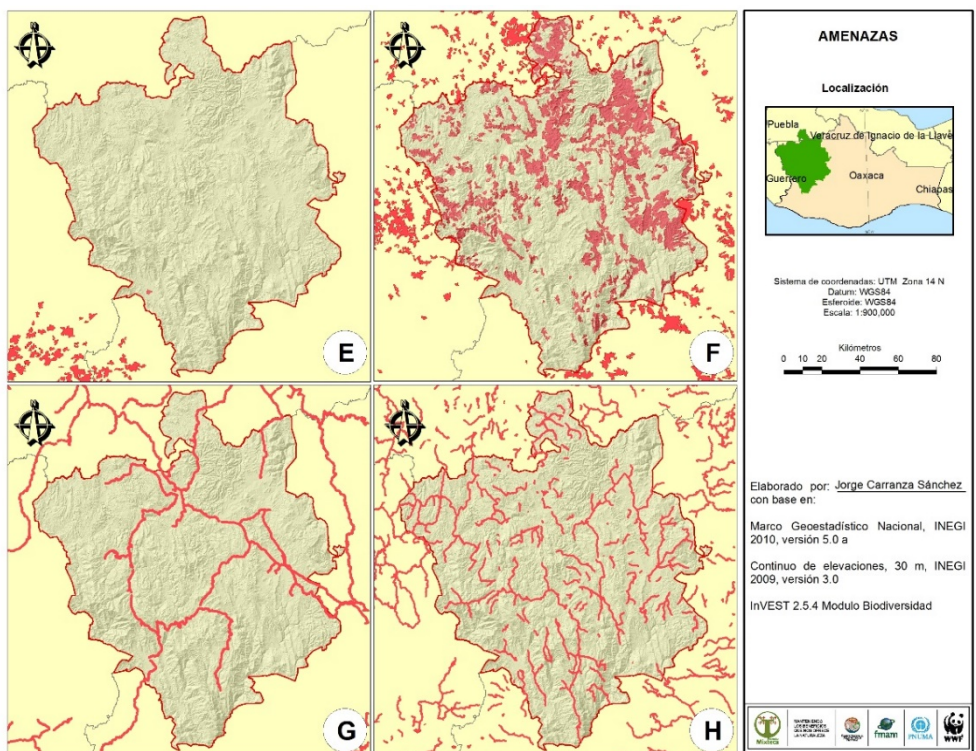


Figura 5. Distribución espacial de amenazas II.

#### 4.4. Áreas Naturales Protegidas

Fueron identificadas las áreas protegidas al interior del polígono de la Región Mixteca identificando cuatro áreas protegidas de carácter federal<sup>39</sup>, así como una porción del área de carácter estatal que en su mayoría se sobrelapa con la reserva de la biosfera Tehuacán-Cuicatlán (Tabla 4).

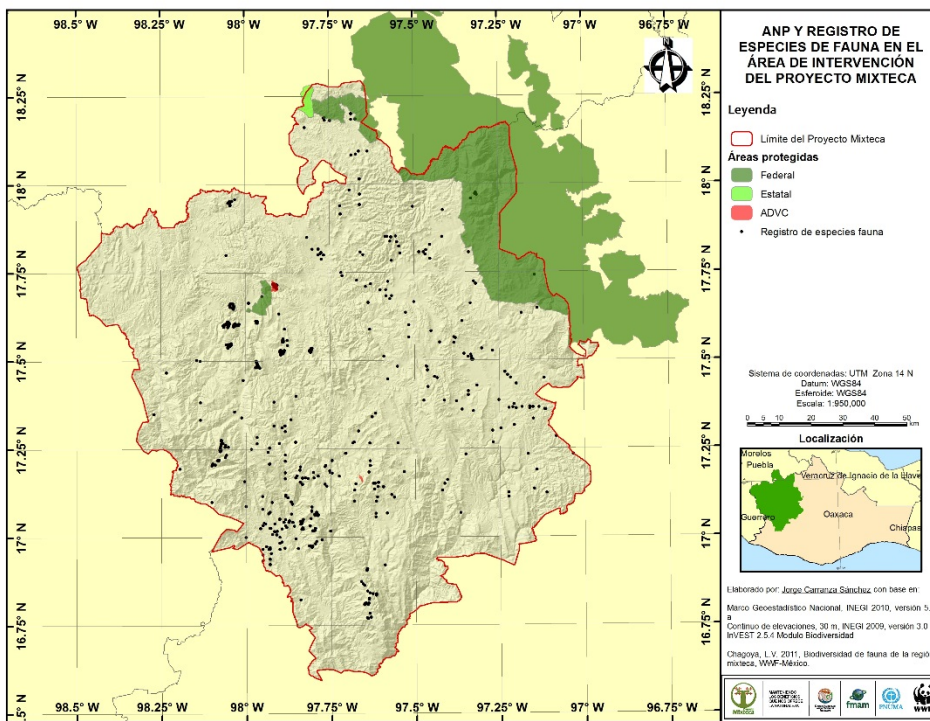


Figura 6. Áreas Naturales Protegidas y registros de especies.

Tabla 4. Áreas Naturales Protegidas en el área de intervención del Proyecto Mixteca.

ANP en la Región Mixteca				
Tipo	Categoría	Nombre	Sup (Ha) en la región	Acceso
Federal	Reserva de la biosfera	Tehuacán-Cuicatlán	115,363.99	0.2
Federal	Área de protección de flora y fauna	Boquerón de Tonalá	3911.85	0.2
Federal	Área destinada voluntariamente a la conservación	Barranca del Ángel	104.73	0.1
Federal	Área destinada voluntariamente a la conservación	Cerro de la culebra	463.88	0.1
Estatal		Tehuacán-Cuicatlán	2532.67	0.2

También fueron obtenidos los registros de especies de fauna, del trabajo elaborado por Chagoya, V. 2011<sup>40</sup>. De estos datos identificó un total de 2,299 registros faunísticos equivalentes a 322 especies, 146 subespecies y 5 registros identificados hasta nivel de género.

<sup>39</sup>CONANP, 2014 [http://www.conanp.gob.mx/que\\_hacemos/](http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/)

<sup>40</sup>Idem 33.



## 5. Resultados

### 5.1. Modelo binario

Como primer acercamiento se obtuvo el modelo binario dando un valor de 1 a todas las amenazas, como se muestra en la **Tabla 5**. El mapa resultado se presenta en la **Figura 7**. Donde se presentan dos clases: Hábitat en un tono verde oscuro y No Hábitat en un tono verde claro.

Tabla 5. Datos de sensibilidad, modelo binario.

NAME	LULC	HABITAT	NAME	LULC	HABITAT
Asentamientos humanos	21	0.00	Bosque de encino_vs	3	1.00
Pastizales	24	0.00	Matorral crasicaule	12	1.00
Área agrícola	20	0.00	Matorral crasicaule_vs	13	1.00
Palmar	15	1.00	Matorral xerófilo	14	1.00
Bosque de tascate	8	1.00	Chaparral	11	1.00
Bosque de tascate_vs	9	1.00	Selva baja caducifolia	17	1.00
Bosque mesófilo de montaña_vs	10	1.00	Selva baja caducifolia_vs	18	1.00
Bosque de pino	4	1.00	Selva mediana subcaducifolia_vs	19	1.00
Bosque de pino_vs	5	1.00	Área sin vegetación aparente	1	1.00
Bosque de pino-encino (incluye encino-pino)	6	1.00	Cuerpos de agua	23	1.00
Bosque de pino-encino_vs (incluye encino-pino)	7	1.00	Plantación forestal	16	1.00
Bosque de encino	2	1.00	Área impactada por incendio	22	0.00

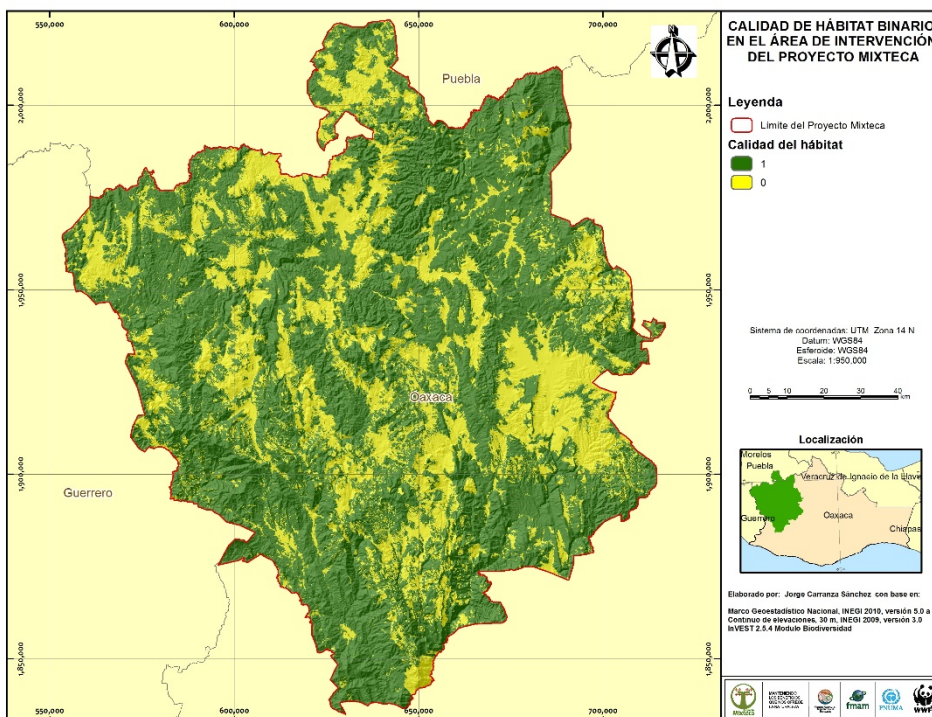


Figura 7. Distribución de área del modelo binario, Hábitat-No hábitat.

Con los resultados obtenidos en los talleres de fauna se aplicaron los valores de sensibilidad para los tipos de vegetación que se encuentran en el área de estudio, obteniendo los resultados que a continuación se muestran. Los datos con valor a 1 (uno) son los que presentan la mejor calidad de hábitat para la especie y/o grupo funcional y se presenta en tono verde oscuro, mientras que el siguiente nivel de calidad del hábitat se presenta con un tono de verde claro.

Es importante recordar que los resultados son únicamente para cada especie o grupo funcional y sobre estos resultados se colocaron los puntos de muestreo obtenidos de la base de datos del trabajo de Chagoya, 2011<sup>41</sup>, con la intención de comparar los resultados. También se presentan las tablas para cada especie o grupo funcional con los tipos de Uso del Suelo y Vegetación que presentaron el valor de 1 (uno) en la Calidad de Hábitat.

En la **Tabla 6** se presenta la superficie para cada valor de la calidad de hábitat obtenido del modelo de biodiversidad.

Tabla 6. Superficie para el valor de calidad de hábitat.

Valor Calidad Hábitat	<i>Abrotonia mixteca</i>	Grupo Felinos	Genero Hyla	Grupo de Iguanas	Grupo Murciélagos	<i>Ortalis poliocephala</i>	Grupo Rapaces Diurnas	Grupo Salamandras	<i>Trogon mexicanus</i>
0	896,100	20,588	633,463	1,456,337	380,472	538,245	1291.05	896,100	894,528
0.1	22,214				15,309		15308.91		
0.2	5,159	537,034				9,456	163,906		
0.3					300,295				
0.4			261,065	6,786		148,374		27,373	1,573
0.5		7,997	1,573				357,740		
0.6		100,089	660,173		288,681	288,681			27373.32
0.7	9,456		148,374				16,242	344,118	
0.8	148,374	798,988				383,149	127,462		
0.9	614,748					6,786	250,980		
1	18,051	249,408	9,456	250,980	729,347	339,412	781,173	446,511	790,629

<sup>41</sup>Idem 33.

## 5.2. Grupo Rapaces diurnas

Las aves rapaces diurnas influyen en la estructura y dinámica de los ecosistemas naturales (Thiollay, 2007)<sup>42</sup>. Estas aves determinan los patrones estructurales y de composición de las comunidades de sus presas, reciclan la materia muerta en el ambiente, controlan plagas en cultivos y se les valora como indicadores de la calidad ambiental por su sensibilidad a las perturbaciones humanas o contaminantes ambientales (Newton, 1979<sup>43</sup>; Thiollay, 1989<sup>44</sup>). Además, pueden considerarse especies sombrilla al encontrarse en el tope de la cadena trófica. Facilitando la conservación de ecosistemas (Grossman y Hamlet, 1964<sup>45</sup>; Mañosa y Pedrocchi, 1997<sup>46</sup>; Rodríguez *et al.*, 1998<sup>47</sup>).

Por ser generalmente poco abundantes y raras, las rapaces diurnas son un grupo vulnerable a cambios ambientales causados por actividades humanas o fenómenos naturales (Grossman y Hamlet, 1964<sup>48</sup>; Martínez, 1992<sup>49</sup>; Bildstein *et al.*, 1998<sup>50</sup>). Por esta razón, varias especies se les reconoce como amenazadas (Thiollay, 1989<sup>51</sup>). En México, el 77% (44 especies) de rapaces diurnas se encuentran en alguna categoría de riesgo (SEMARNAT, 2002<sup>52</sup>).

Este grupo de especies fue seleccionado en los talleres de expertos y se construyó la **Tabla 7** que es utilizada como insumo en el Módulo de Biodiversidad de InVEST.

Tabla 7. Datos de sensibilidad para el grupo de las aves Rapaces Diurnas.

NAME	LULC	HABITAT	NAME	LULC	HABITAT
Asentamientos humanos	21	0.10	Bosque de encino_vs	3	1.00
Pastizales	24	0.50	Matorral crasicaule	12	0.80
Área agrícola	20	0.20	Matorral crasicaule_vs	13	0.80
Palmar	15	0.70	Matorral xerófilo	14	0.80
Bosque de tascate	8	0.80	Chaparral	11	0.80
Bosque de tascate_vs	9	0.80	Selva baja caducifolia	17	0.90
Bosque mesófilo de montaña_vs	10	0.70	Selva baja caducifolia_vs	18	0.90
Bosque de pino	4	1.00	Selva mediana subcaducifolia_vs	19	0.90
Bosque de pino_vs	5	1.00	Área sin vegetación aparente	1	0.20
Bosque de pino-encino (incluye encino-pino)	6	1.00	Cuerpos de agua	23	0.20
Bosque de pino-encino_vs (incluye encino-pino)	7	1.00	Plantación forestal	16	0.00
Bosque de encino	2	1.00	Área impactada por incendio	22	0.00

El resultado del módulo se presenta en la **Figura 8** con los valores de 1 que indica la mejor calidad del hábitat representado por el tono verde oscuro, así como el siguiente valor y 0.80 en un tono verde claro.

<sup>42</sup>Thiollay, J.M. 2007. Raptor communities in French Guiana distribution, hábitat selection, and conservation. *Journal of Raptor Research* **41**:90-105.

<sup>43</sup>Newton, I. 1979. *Population ecology of raptor*. T. & A. Poyser, London. 339 p.

<sup>44</sup>Thiollay, J.M. 1989. Area requirements for the conservation of rain forest raptor and game birds in French Guiana. *Conservation Biology* **31**:128-137.

<sup>45</sup>Grossman, M. y J. Hamlet. 1964. *Bird of prey of the world Crow*, New York. 496 p.

<sup>46</sup>Mañosa, S. y V. Pedrocchi. 1997. A raptor survey in the Brazilian Atlantic Rainforest. *Journal of Raptor Research* **27**:121-122.

<sup>47</sup>Rodríguez-Estrella R., J.A. Donazar y F. Hiraldo. 1998 Raptor as indicators of environmental change in the scrub hábitat of Baja California Sur. *Conservation Biology* **12**:921-925.

<sup>48</sup>*Idem* 40.

<sup>49</sup>Martínez, J. 1992. Raptor conservation in Veracruz, México. *Journal of Raptor Research* **26**:184-188.

<sup>50</sup>Bildstein, K., W. Schelski, J. Zalles y S. Ellis. 1998. Conservation status of tropical raptor. *Journal of Raptor Research* **32**:3-18

<sup>51</sup>*Idem* 39.

<sup>52</sup>SEMARNAT 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. Diario Oficial de la Federación 06 marzo de 2002.

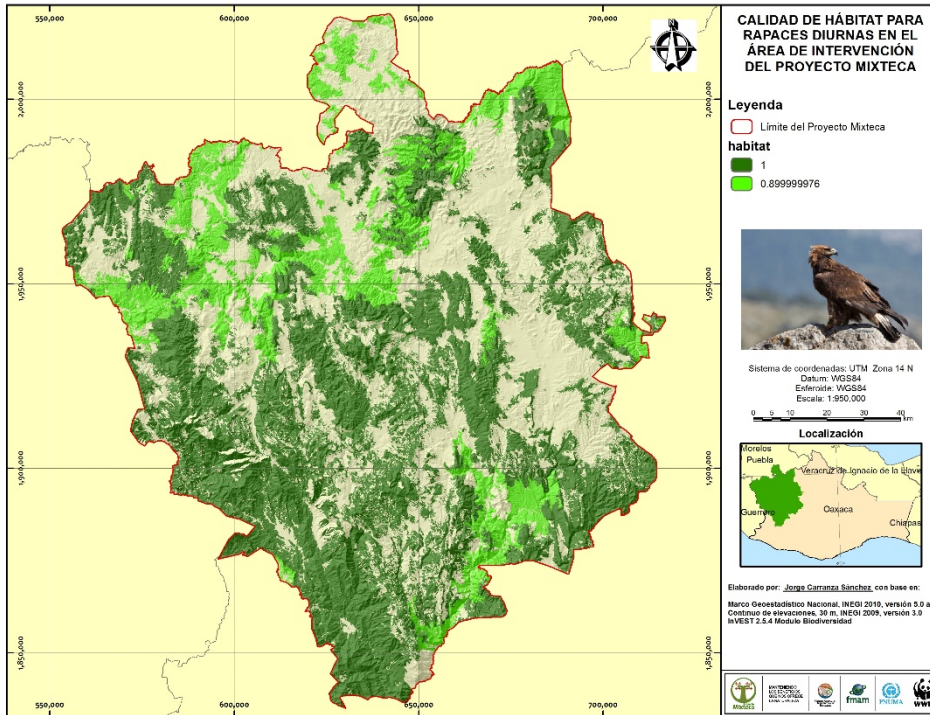


Figura 8. Mejor calidad de hábitat para el grupo de Rapaces Diurnas.

La mejor calidad del hábitat con un valor de 1 para el grupo de las aves rapaces diurnas, se encuentra distribuido en toda el área de intervención del proyecto ocupa una superficie de 781,173 hectáreas (Tabla 6). En la Tabla 8, se presentan los tipos de uso del suelo y vegetación, donde destaca por su superficie el bosque de encino con vegetación secundaria, el bosque de pino-encino con vegetación primaria y secundaria.

Tabla 8. Mejor calidad de hábitat para el grupo de las aves Rapaces Diurnas.

USV_10	Calidad 1	Calidad 2
Área agrícola	2,720	409
Área impactada por incendio	143	
Área sin vegetación aparente	65	10
Asentamientos humanos	179	37
Bosque de encino	17,594	17
Bosque de encino_vs	318,990	458
Bosque de pino	93,977	4
Bosque de pino-encino (incluye encino-pino)	118,366	11
Bosque de pino-encino_vs (incluye encino-pino)	165,935	89
Bosque de pino_vs	51,907	5
Bosque de tascate	19	17
Bosque de tascate_vs	52	31
Bosque mesófilo de montaña_vs	78	
Chaparral	28	5
Cuerpos de agua	120	241
Matorral crasicaule		7
Matorral crasicaule_vs		16
Matorral xerófilo	352	55
Palmar	3	23
Pastizales	10,378	1,482
Plantación forestal		0
Selva baja caducifolia	305	118,624
Selva baja caducifolia_vs	292	128,003
Selva mediana subcaducifolia_vs	4	1,527
	781,509	251,072

### 5.3. Especie *Ortalis poliocephala*

**Chachalaca pálida o chachalaca pacífica (*Ortalis poliocephala*)** es una especie de ave galliforme de la familia Cracidae endémica de México. Se distribuye en la vertiente del Océano Pacífico, desde el sur de Sonora hasta el Istmo de Tehuantepec (estado de Chiapas). No se conocen subespecies<sup>53</sup>. El mapa de CONABIO muestra una distribución hacia la vertiente del Pacífico, abarca gran parte del estado de Oaxaca y de la Región Mixteca.



Tomado de <http://conabio.inaturalist.org/taxa/2089-Ortalis-poliocephala><sup>54</sup>

Es un ave de 625 a 675 mm, es similar en apariencia a la chachalaca del Golfo (*Ortalis vetula*), pero de mayor tamaño y con la cresta más conspicua; aun así, puede ser difícil la identificación en el campo entre ambas especies, cuya distribución se sobrepone en el Istmo de Tehuantepec. Vive en bosques y matorrales tropicales y subtropicales. Se alimenta de hojas, semillas, insectos y frutos.

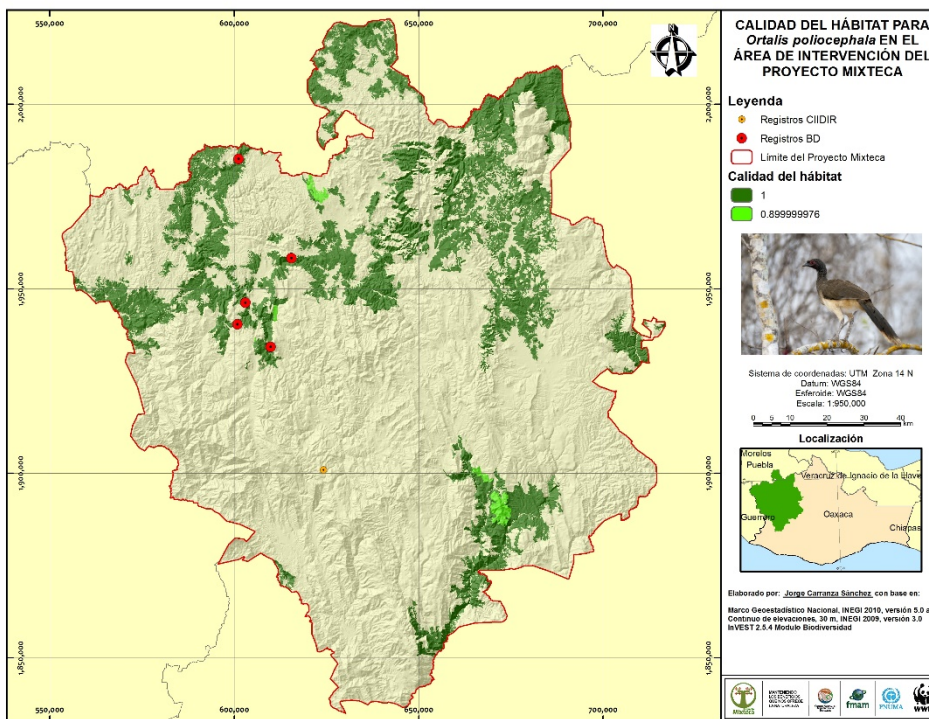
Esta especie fue seleccionada en los talleres de expertos y se construyó la tabla de sensibilidad **Tabla 9** que fue utilizada como insumo en el Módulo de Biodiversidad de InVEST. El resultado del módulo para esta especie se presenta en la **Figura 9** con los valores de 1 que indica la mejor calidad del hábitat representado por el tono verde oscuro, así como el siguiente valor y 0.89 en un tono verde claro.

<sup>53</sup>Clements, J. F. 2007. *The Clements Checklist of Birds of the World, 6th Edition*. Cornell University Press. Downloadable from Cornell Lab of Ornithology

<sup>54</sup><http://conabio.inaturalist.org/taxa/2089-Ortalis-poliocephala>

Tabla 9. Datos de sensibilidad para la especie *Ortalis poliocephala*.

NAME	LULC	HABITAT	NAME	LULC	HABITAT
Asentamientos humanos	21	0.00	Bosque de encino_vs	3	0.80
Pastizales	24	0.00	Matorral crasicaule	12	1.00
Área agrícola	20	0.00	Matorral crasicaule_vs	13	1.00
Palmar	15	0.90	Matorral xerófilo	14	1.00
Bosque de tascate	8	0.80	Chaparral	11	0.80
Bosque de tascate_vs	9	0.80	Selva baja caducifolia	17	1.00
Bosque mesófilo de montaña_vs	10	0.20	Selva baja caducifolia_vs	18	1.00
Bosque de pino	4	0.40	Selva mediana subcaducifolia_vs	19	1.00
Bosque de pino_vs	5	0.40	Área sin vegetación aparente	1	0.00
Bosque de pino-encino (incluye encino-pino)	6	0.60	Cuerpos de agua	23	0.00
Bosque de pino-encino_vs (incluye encino-pino)	7	0.60	Plantación forestal	16	0.00
Bosque de encino	2	0.80	Área impactada por incendio	22	0.00

Figura 9. Mejor calidad de hábitat para la especie *Ortalis poliocephala*.

La mejor calidad del hábitat con un valor de 1 para esta especie, se encuentra principalmente en la zona Norte del área de intervención del proyecto y una pequeña proporción en la porción Sureste, ocupa una superficie de 339,412 hectáreas (Tabla 6). En la Tabla 10, se presentan los tipos de uso del suelo y vegetación, donde destaca por su superficie la selva baja caducifolia con vegetación primaria y secundaria.

Tabla 10. Mejor calidad de hábitat para la especie *Ortalis poliocephala*.

USV_10	Calidad 1	Calidad 2
Área Agrícola	961	19
Área sin Vegetación Aparente	359	
Asentamientos Humanos	102	
Bosque de Encino	17	
Bosque de Encino_vs	813	4
Bosque de Pino	4	
Bosque de Pino-Encino (incluye encino-pino)	11	
Bosque de Pino-Encino_vs (incluye encino-pino)	102	
Bosque de Pino_vs	5	
Bosque de Tascate	19	
Bosque de Tascate_vs	39	
Chaparral	50	
Cuerpos de Agua	286	2
Matorral Crasicaule	1,295	
Matorral Crasicaule_vs	2,280	
Matorral xerófilo	82,988	0
Palmar	23	6,723
Pastizales	1,815	13
Plantación Forestal	194	
Selva Baja Caducifolia	118,628	1
Selva Baja Caducifolia_vs	128,046	23
Selva Mediana Subcaducifolia_vs	1,526	
	<b>339,566</b>	<b>6,786</b>

#### 5.4. Especie *Trogon mexicanus*

*Trogon mexicanus*, es una especie de ave perteneciente a la familia Trogonidae. Se encuentra en Guatemala, Honduras, y México. En El Salvador, está presente como vagabundo nómada; con una población en la Cordillera Nahuaterique que fue cedida a Honduras en 1992.<sup>55</sup> El mapa de CONABIO muestra una amplia distribución y abarca una gran parte del estado de Oaxaca y de la Región Mixteca.



<sup>55</sup>Herrera, Néstor; Rivera, Roberto; Ibarra Portillo, Ricardo & Rodríguez, Wilfredo (2006): Nuevos registros para la avifauna de El Salvador. ["New records for the avifauna of El Salvador"]. *Boletín de la Sociedad Antioqueña de Ornitología* 16(2): 1-19.

Tomado de <http://conabio.inaturalist.org/taxa/20777-Trogon-mexicanus><sup>56</sup>

Su hábitat natural son los bosques húmedos de montaña subtropicales o tropicales. Prefiere el pino y los bosques de pino-encino a una altura de entre 1200 y 3500 metros.<sup>57</sup> A diferencia de otros más raros trogones, esta especie muestra alguna adaptabilidad a los lugares utilizados para uso humano y se han visto en las plantaciones de café con árboles de sombra adecuados como robles.

Especie seleccionada en los talleres de expertos y se construyó la tabla de sensibilidad **Tabla 11** que fue utilizada como insumo en el Modulo de Biodiversidad de InVEST. El resultado del módulo para esta especie se presenta en la **Figura 10** con los valores de 1 que indica la mejor calidad del hábitat representado por el tono verde oscuro, así como el siguiente valor y 0.60 en un tono verde claro.

Tabla 11. Datos de sensibilidad para la especie *Trogon mexicanus*.

NAME	LULC	HABITAT	NAME	LULC	HABITAT
Asentamientos humanos	21	0.00	Bosque de encino_vs	3	1.00
Pastizales	24	0.00	Matorral crasicaule	12	0.00
Área agrícola	20	0.00	Matorral crasicaule_vs	13	0.00
Palmar	15	0.00	Matorral xerófilo	14	0.00
Bosque de tascate	8	0.60	Chaparral	11	0.00
Bosque de tascate_vs	9	0.60	Selva baja caducifolia	17	0.00
Bosque mesófilo de montaña_vs	10	1.00	Selva baja caducifolia_vs	18	0.00
Bosque de pino	4	1.00	Selva mediana subcaducifolia_vs	19	0.40
Bosque de pino_vs	5	1.00	Área sin vegetación aparente	1	0.00
Bosque de pino-encino (incluye encino-pino)	6	1.00	Cuerpos de agua	23	0.00
Bosque de pino-encino_vs (incluye encino-pino)	7	1.00	Plantación forestal	16	0.00
Bosque de encino	2	1.00	Área impactada por incendio	22	0.00

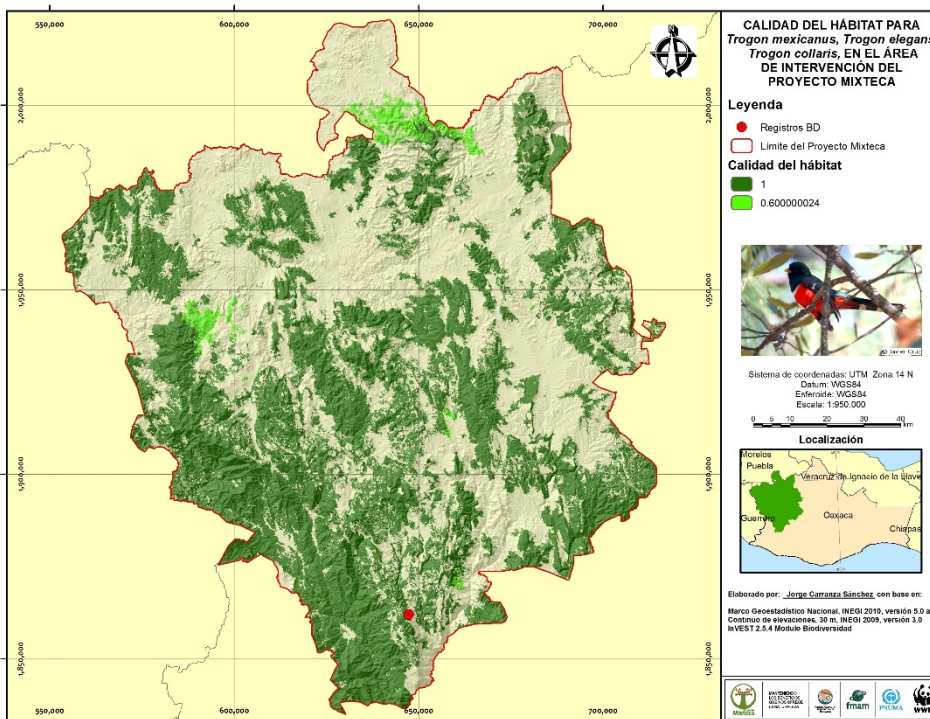


Figura 10. Mejor calidad de hábitat para la especie *Trogon mexicanus*.

<sup>56</sup><http://conabio.inaturalist.org/taxa/20777-Trogon-mexicanus>

<sup>57</sup>Howell, Steven N. G. & Webb, Sophie (1995): *A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press, Oxford & New York. ISBN 0-19-854012-4



La mejor calidad del hábitat con un valor de 1 para esta especie, se encuentra principalmente en la zona Sur-Suroeste del área de intervención del proyecto, ocupa una superficie de 790,629 hectáreas (Tabla 6). En la Tabla 12, se presentan los tipos de uso del suelo y vegetación, donde destaca por su superficie el bosque encino con vegetación secundaria y bosque de pino-encino primario y con vegetación secundaria.

Tabla 12. Mejor calidad de hábitat para la especie *Trogon mexicanus*.

USV_10	Calidad 1	Sum_Hectar
Área agrícola	2,775	63
Área impactada por incendio	143	
Área sin vegetación aparente	65	4
Asentamientos humanos	187	10
Bosque de encino	17,593	
Bosque de encino_vs	318,923	55
Bosque de pino	93,980	1
Bosque de pino-encino (incluye encino-pino)	118,363	5
Bosque de pino-encino_vs (incluye encino-pino)	165,932	14
Bosque de pino_vs	51,904	
Bosque de tascate	19	4,983
Bosque de tascate_vs	52	21,825
Bosque mesófilo de montaña_vs	9,398	
Chaparral	30	0
Cuerpos de agua	120	7
Matorral xerófilo	354	10
Palmar	3	
Pastizales	10,459	355
Plantación forestal		0
Selva baja caducifolia	311	38
Selva baja caducifolia_vs	296	11
Selva mediana subcaducifolia_vs	4	
	<b>790,912</b>	<b>27,382</b>

## 5.5. Grupo Salamandras

Dentro de los anfibios es importante notar que en el estado de Oaxaca se encuentran ocho de las familias de anuros que se conocen en el mundo y existe también una importante riqueza de cecilias y salamandras<sup>58</sup>. Datos de los géneros de anfibios muestran una menor riqueza comparada con la familias, sin embargo aun cuando en Oaxaca solo se encuentran cinco de los 61 géneros de Salamandras conocidos, estos representan el 8.2% de los géneros en el mundo.

La diversidad de hilidos del norte de Oaxaca es indicativa de la riqueza de muchos otros taxones de anfibios y reptiles, por lo que se considera que la región merece un importante esfuerzo de conservación por parte del gobierno mexicano; a lo largo de los años se ha podido observar la gran destrucción que afecta una proporción sustancial de los bosques mesófilos de montaña y los bosques templados, los que han quedado reducidos a áreas degradadas de vegetación secundaria debido a la roza-tumba-quema, así como a los incendios forestales. Estos factores deben de jugar un papel importante en la disminución de las poblaciones de anfibios en la entidad, por lo que de no llevarse a cabo esfuerzos relevantes de conservación es posible que desaparezcan muchas especies de anfibios

<sup>58</sup>García-Mendoza, A. J., M. J. Ordóñez D. y Briones-Salas, M. 2004 *Biodiversidad de Oaxaca. México*.

en las tierras altas de Oaxaca.

Este fue otro de los grupos seleccionados en los talleres de expertos, para lo cual se construyó la tabla de sensibilidad **Tabla 13** que fue utilizada como insumo en el Modulo de Biodiversidad de InVEST. El resultado del módulo para esta especie se presenta en la **Figura 11** con los valores de 1 que indica la mejor calidad del hábitat representado por el tono verde oscuro, así como el siguiente valor y 0.69 en un tono verde claro.

Tabla 13. Datos de sensibilidad para el grupo de Salamandras.

NAME	LULC	HABITAT	NAME	LULC	HABITAT
Asentamientos humanos	21	0.00	Bosque de encino_vs	3	0.70
Pastizales	24	0.00	Matorral crasicaule	12	0.00
Área agrícola	20	0.00	Matorral crasicaule_vs	13	0.00
Palmar	15	0.00	Matorral xerofilo	14	0.00
Bosque de tascate	8	0.40	Chaparral	11	0.00
Bosque de tascate_vs	9	0.40	Selva baja caducifolia	17	0.00
Bosque mesófilo de montaña_vs	10	1.00	Selva baja caducifolia_vs	18	0.00
Bosque de pino	4	1.00	Selva mediana subcaducifolia_vs	19	0.00
Bosque de pino_vs	5	1.00	Área sin vegetación aparente	1	0.00
Bosque de pino-encino (incluye encino-pino)	6	1.00	Cuerpos de agua	23	0.00
Bosque de pino-encino_vs (incluye encino-pino)	7	1.00	Plantación forestal	16	0.00
Bosque de encino	2	0.70	Área impactada por incendio	22	0.00

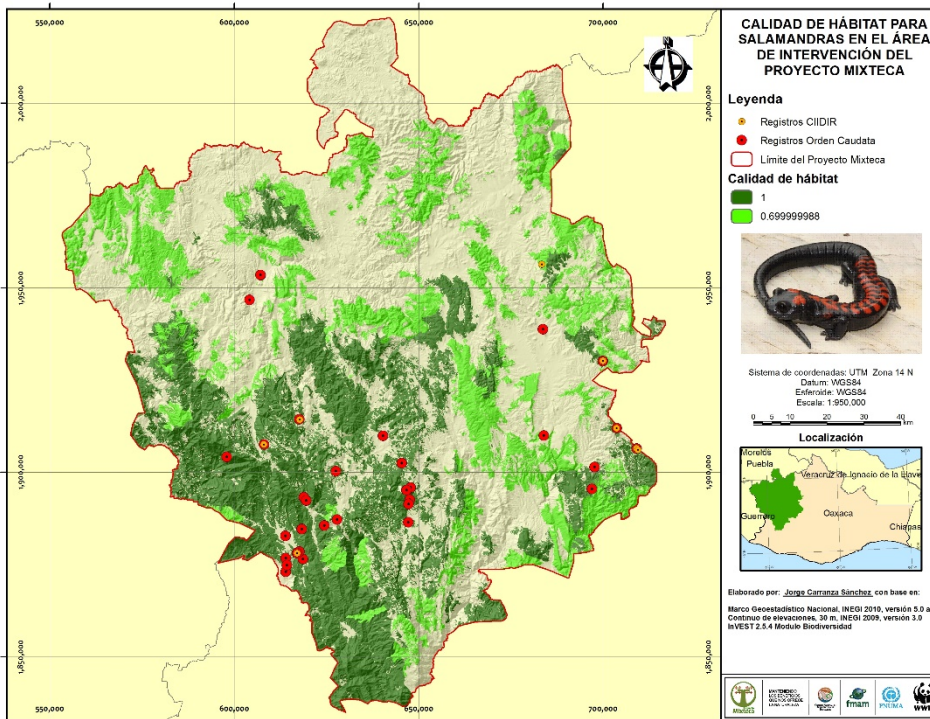


Figura 11. Mejor calidad de hábitat para el grupo de Salamandras.

La mejor calidad del hábitat con un valor de 1 para este grupo, se encuentra principalmente en la zona Sur-Suroeste del área de intervención del proyecto, ocupa una superficie de 446,511 hectáreas (Tabla 6). En la Tabla 14, se presentan los tipos de uso del suelo y vegetación, donde destaca por su superficie el bosque de pino-encino primario y con vegetación secundaria.

Tabla 14. Mejor calidad de hábitat para el grupo de Salamandras.

<b>USV_10</b>	<b>Calidad 1</b>	<b>Calidad 2</b>
Área agrícola	2,041	729
Área impactada por incendio	84	60
Área sin vegetación aparente	48	17
Asentamientos humanos	154	32
Bosque de encino	17	17,577
Bosque de encino_vs	275	318,653
Bosque de pino	93,934	48
Bosque de pino-encino (incluye encino-pino)	118,267	97
Bosque de pino-encino_vs (incluye encino-pino)	165,732	203
Bosque de pino_vs	51,898	6
Bosque de tascate	10	9
Bosque de tascate_vs	11	41
Bosque mesófilo de montaña_vs	9,390	8
Chaparral	4	25
Cuerpos de agua	70	49
Matorral xerófilo	12	341
Palmar		3
Pastizales	4,653	5,797
Selva baja caducifolia	14	296
Selva baja caducifolia_vs	99	195
Selva mediana subcaducifolia_vs	4	
	<b>446,716</b>	<b>344,186</b>

## 5.6. Genero Hyla

*Hyla* es un género de anfibios anuros de la familia Hylidae. La palabra *Hyla* proviene de *árbol*, ya que estas ranas son verdaderamente arborícolas. Presentan una amplia distribución, que incluye Europa, Asia, África y América. Indudablemente, la herpetofauna de Oaxaca es la de mayor riqueza en relación con el resto de las entidades federativas del país y la que presenta el mayor número y proporción de especies endémicas. Oaxaca quizá sea una de las áreas geográficas de mayor riqueza herpetofaunística en el mundo. Casas-Andreu *et al.*, (1996) en García-Mendoza, 2004<sup>59</sup> señala la existencia de especies nuevas al describir al género *Hyla* y *Bufo* en Oaxaca, así como la gran posibilidad de encontrar muchas más, particularmente en los bosques mesófilos de montaña del estado.

Campell (1999) y Duellman (1999) en García-Mendoza, 2004<sup>60</sup> indican que la Sierra Madre Oriental, especialmente en la porción sur (sierra de Oaxaca), es una de las regiones con mayor número de endemismos en especies de anfibios del mundo. No obstante, al hablar sobre conservación consideran que, como otras regiones de Centroamérica, se presenta una compleja situación que hace difícil la conservación del ambiente y la anfibiofauna.

Este grupo fue seleccionado también en los talleres de expertos, para lo cual se construyó la tabla de sensibilidad **Tabla 15** que fue utilizada como insumo en el Módulo de Biodiversidad de InVEST. El resultado del módulo para esta especie se presenta en la **Figura 12** con los valores de 1 que indica la mejor calidad del hábitat representado por el tono verde oscuro, así como el siguiente valor y 0.69 en un tono verde claro.

Tabla 15. Datos de sensibilidad para el grupo del género *Hyla*.

NAME	LULC	HABITAT	NAME	LULC	HABITAT
Asentamientos humanos	21	0.00	Bosque de encino_vs	3	0.60
Pastizales	24	0.00	Matorral crasicaule	12	0.00
Área agrícola	20	0.00	Matorral crasicaule_vs	13	0.00
Palmar	15	0.00	Matorral xerófilo	14	0.00
Bosque de tascate	8	0.60	Chaparral	11	0.40
Bosque de tascate_vs	9	0.60	Selva baja caducifolia	17	0.40
Bosque mesófilo de montaña_vs	10	1.00	Selva baja caducifolia_vs	18	0.40
Bosque de pino	4	0.70	Selva mediana subcaducifolia_vs	19	0.50
Bosque de pino_vs	5	0.70	Área sin vegetación aparente	1	0.00
Bosque de pino-encino (incluye encino-pino)	6	0.65	Cuerpos de agua	23	0.00
Bosque de pino-encino_vs (incluye encino-pino)	7	0.65	Plantación forestal	16	0.00
Bosque de encino	2	0.60	Área impactada por incendio	22	0.00

<sup>59</sup>Idem 53.

<sup>60</sup>Idem 53.

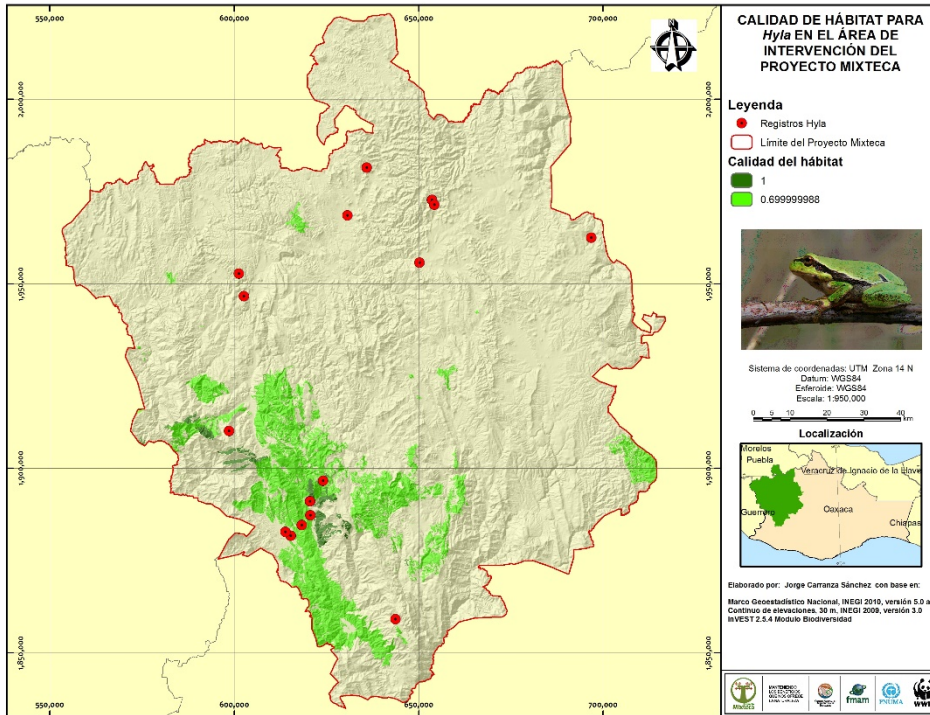


Figura 12. Mejor calidad de hábitat para el grupo del género *Hyla*.

La mejor calidad del hábitat con un valor de 1 para este grupo, se encuentra principalmente en la zona Sur-Suroeste del área de intervención del proyecto, ocupa una superficie de solo 9,459 hectáreas, que corresponde a la superficie de bosque mesófilo de montaña, mientras que el siguiente nivel (0.69) ocupa una superficie de 148,472 hectáreas (Tabla 6). En la Tabla 16, se presentan los tipos de uso del suelo y vegetación, donde destaca por su superficie el bosque de pino con vegetación primaria y secundaria.

Tabla 16. Mejor calidad de hábitat para el grupo del género *Hyla*.

USV_10	Calidad 1	Calidad 2
Área Agrícola	31	762
Área sin Vegetación Aparente	0	8
Asentamientos Humanos	6	65
Bosque de Encino	0	0
Bosque de Encino_vs	8	54
Bosque de Pino	16	93,856
Bosque de Pino-Encino (incluye encino-pino)	22	24
Bosque de Pino-Encino_vs (incluye encino-pino)	24	90
Bosque de Pino_vs	4	51,845
Bosque de Tascate_vs		1
Bosque Mesófilo de Montaña_vs	9,320	21
Cuerpos de Agua	0	40
Pastizales	30	1,695
Selva Baja Caducifolia_vs		7
Selva Mediana Subcaducifolia_vs		4
	<b>9,461</b>	<b>148,472</b>

## 5.7. Grupo de Iguanas

En algunos estados de la república la iguana es esencial como parte de la herencia e identidad local. En Oaxaca le recuerdan a uno: “si comes iguana, serás siempre un oaxaqueño”. Pero algo les pasa a las iguanas de México: están desapareciendo a una velocidad alarmante, víctimas de catástrofes del medio ambiente y de la cacería excesiva. Desde 1990 dos de las quince especies de Iguanadae, la iguana verde (*Iguana iguana*) y la iguana de cola negra o cola de espinas (*Ctenosaura pectinata*) han sido el foco de atención del programa nacional de conservación.

La Iguana Negra de cola espinosa, es nativa del oeste de México, desde Sinaloa hasta Oaxaca. La gama nativa de la iguana verde se extiende de México a Brasil central, Paraguay, Bolivia e Islas del Caribe.

La Iguana Negra es una especie endémica de México, su hábitat natural se encuentra en las regiones de la selva mediana subperinifolia y selva baja caducifolia, caracterizadas por un clima Am (clima de bosque tropical con un periodo de sequía relativa) y Aw (clima de sabana con un periodo de sequía en invierno). Dentro de estos climas la Iguana Negra se desarrolla en regiones tropicales y subtropicales de 0 a 1,000 msnm y temperaturas con un rango de 20 a 26 °C. Se le puede encontrar desde el norte de Sinaloa hasta el Istmo de Tehuantepec, en regiones diversas como el sureste de Oaxaca, en las Islas Isabel y Tres Marías en el Océano Pacífico y en los estados de Durango, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Morelos, Guerrero, Puebla, Oaxaca, Zacatecas y Chiapas.

Son animales fundamentalmente arborícolas, es decir, que en los árboles pasan la mayor parte del tiempo, y lo hacen gracias a sus fuertes garras y su larga cola, que les sirve para aferrarse bien a los troncos y tener buen equilibrio. Son de sangre fría (ectopoiquiloterms), es decir, que el calor necesario para que su metabolismo trabaje adecuadamente lo reciben del medio y no lo producen ellas (como los mamíferos), por lo que con los primeros rayos de Sol, suben a las ramas más altas para alcanzar la temperatura óptima "operativa", digamos unos 28-35 °C.

Las iguanas han sido siempre cazadas por los nativos de la zona (sobre todo el día de Pascua, en la que es el manjar por excelencia), aunque durante los últimos años han sido perseguidas con fines comerciales mediante perros adiestrados. Por esto y debido al renombre de la iguana verde en el comercio del animal doméstico; se enumeraron en el Apéndice II del CITES, lo cual significa que no es especie puesta en peligro de extinción, pero “su comercio debe ser controlado para no dañar la especie en el futuro”.

Especie seleccionada en los talleres de expertos y se construyó la tabla de sensibilidad **Tabla 17** que fue utilizada como insumo en el Modulo de Biodiversidad de InVEST. El resultado del módulo para esta especie se presenta en la **Figura 13** con los valores de 1 que indica la mejor calidad del hábitat representado por el tono verde oscuro, así como el siguiente valor y 0.40 en un tono verde claro.

Tabla 17. Datos de sensibilidad para el grupo de las Iguanas.

NAME	LULC	HABITAT	NAME	LULC	HABITAT
Asentamientos humanos	21	0.00	Bosque de encino_vs	3	0.00
Pastizales	24	0.00	Matorral crasicaule	12	0.00
Área agrícola	20	0.00	Matorral crasicaule_vs	13	0.00
Palmar	15	0.40	Matorral xerófilo	14	0.00
Bosque de tascate	8	0.00	Chaparral	11	0.00
Bosque de tascate_vs	9	0.00	Selva baja caducifolia	17	1.00
Bosque mesófilo de montaña_vs	10	0.00	Selva baja caducifolia_vs	18	1.00
Bosque de pino	4	0.00	Selva mediana subcaducifolia_vs	19	1.00
Bosque de pino_vs	5	0.00	Área sin vegetación aparente	1	0.00
Bosque de pino-encino (incluye encino-pino)	6	0.00	Cuerpos de agua	23	0.00
Bosque de pino-encino_vs (incluye encino-pino)	7	0.00	Plantación forestal	16	0.00
Bosque de encino	2	0.00	Área impactada por incendio	22	0.00

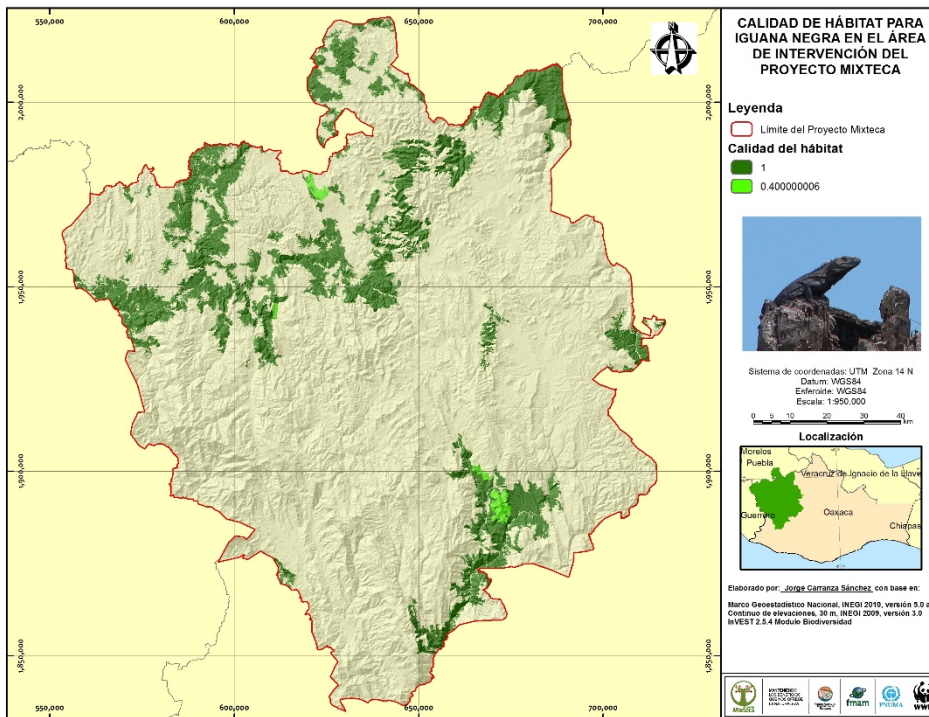


Figura 13. Mejor calidad de hábitat para el grupo de las Iguanas.

La mejor calidad del hábitat con un valor de 1 para este grupo, se encuentra distribuido en toda el área de intervención del proyecto, ocupa una superficie de 250,980 hectáreas (Tabla 6). En la Tabla 18, se presentan los tipos de uso del suelo y vegetación, donde destaca la selva baja caducifolia primaria y con vegetación secundaria.

Tabla 18. Mejor calidad de hábitat para el grupo de las Iguanas.

USV_10	Calidad 1	Calidad 2
Área agrícola	416	20
Área sin vegetación aparente	10	
Asentamientos humanos	38	
Bosque de encino	18	
Bosque de encino_vs	468	4
Bosque de pino	4	
Bosque de pino-encino (incluye encino-pino)	12	
Bosque de pino-encino_vs (incluye encino-pino)	90	
Bosque de pino_vs	5	
Bosque de tascate	17	
Bosque de tascate_vs	32	
Chaparral	6	
Cuerpos de agua	239	2
Matorral crasicaule	7	
Matorral crasicaule_vs	16	
Matorral xerófilo	56	
Palmar	23	6,722
Pastizales	1,507	13
Plantación forestal	0	
Selva baja caducifolia	118,593	1
Selva baja caducifolia_vs	127,963	23
Selva mediana subcaducifolia_vs	1,526	
	<b>251,047</b>	<b>6,786</b>

## 5.8. Grupo Felinos

Los grandes carnívoros, como el jaguar (*Panthera onca*) y el puma (*Puma concolor*) se encuentran junto con otros felinos silvestres dentro del grupo de mamíferos más amenazados del mundo. Las principales causas de la declinación de las poblaciones de grandes carnívoros son de carácter humano, la destrucción del hábitat, la cacería, la captura ilegal de los individuos y de sus presas son entre otras las más importantes. Por ser los felinos los últimos eslabones de la cadena trófica no mantienen altas densidades dentro de las comunidades y requieren de grandes áreas para desarrollar sus actividades básicas.

Los grandes carnívoros son importantes indicadores de la función y productividad de los ecosistemas (Clarck W.T. *et al.*, 1996 en Nuñez y Miller, 1997<sup>61</sup>), son vulnerables a los cambios ambientales y a la explotación, su protección conlleva a la protección del resto de las especies de la cadena trófica, así mismo son fuente de información para la realización de proyectos de conservación a largo plazo.

En Oaxaca son escasos los registros que se conocen del jaguar (*Panthera onca*), la mayoría de los registros actuales se concentran en áreas montañosas, principalmente en zonas poco accesibles y alejadas de grandes poblaciones, principalmente en la Sierra Madre del Sur de Oaxaca y Chiapas y Sierra Madre de Oaxaca; sin embargo, esta última presenta una alta tasa de deforestación de bosques tropicales y templados maduros (3% promedio anual)<sup>62</sup>.

<sup>61</sup>Nuñez, R. y B. Miller. 1997. Ecología de Jaguares y Pumas en el Oeste de México. CONABIO Proyecto J090.

<sup>62</sup>Briones-Salas, M., Lavariega, M. C. e I. Lira-Torres 2012. Distribución actual y potencial del jaguar (*Panthera onca*) en Oaxaca, México. *Rev. Mex. Biodiv.* Vol. **83** No 1 México. Marzo 2012.



El jaguar se registró en 15 asociaciones vegetales, de las cuales el bosque mesófilo de montaña presentó el mayor porcentaje (19%), seguido de la asociación bosque tropical perennifolio y bosque mesófilo de montaña (16%), cabe destacar que 4 registros se encontraron en áreas agrícolas (13%)<sup>63</sup>

El grupo de los Felinos fue seleccionado en los talleres de expertos y se construyó la tabla de sensibilidad **Tabla 19** que fue utilizada como insumo en el Modulo de Biodiversidad de InVEST. El resultado del módulo para esta especie se presenta en la **Figura 14** con los valores de 1 que indica la mejor calidad del hábitat representado por el tono verde oscuro, así como el siguiente valor y 0.80 en un tono verde claro.

Tabla 19. Datos de sensibilidad para el grupo de los Felinos.

NAME	LULC	HABITAT	NAME	LULC	HABITAT
Asentamientos humanos	21	0.00	Bosque de encino_vs	3	0.80
Pastizales	24	0.20	Matorral crasicaule	12	0.60
Área agrícola	20	0.20	Matorral crasicaule_vs	13	0.60
Palmar	15	0.80	Matorral xerófilo	14	0.60
Bosque de tascate	8	0.20	Chaparral	11	0.60
Bosque de tascate_vs	9	0.20	Selva baja caducifolia	17	1.00
Bosque mesófilo de montaña_vs	10	0.80	Selva baja caducifolia_vs	18	1.00
Bosque de pino	4	0.80	Selva mediana subcaducifolia_vs	19	0.80
Bosque de pino_vs	5	0.80	Área sin vegetación aparente	1	0.50
Bosque de pino-encino (incluye encino-pino)	6	0.80	Cuerpos de agua	23	0.00
Bosque de pino-encino_vs (incluye encino-pino)	7	0.80	Plantación forestal	16	0.00
Bosque de encino	2	0.80	Área impactada por incendio	22	0.00

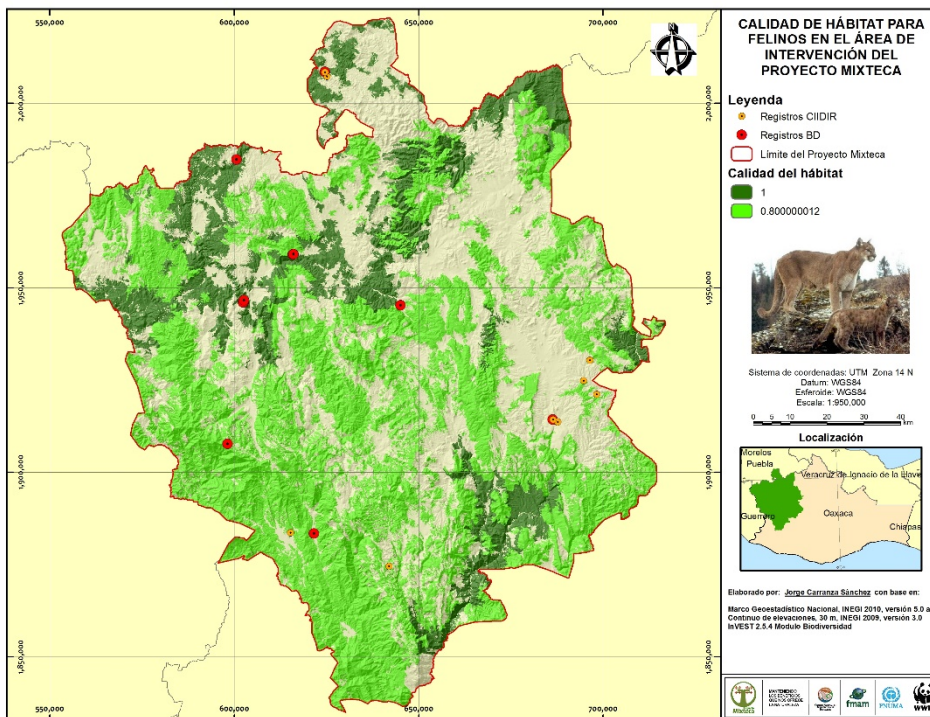


Figura 14. Mejor calidad de hábitat para el grupo de Felinos.

<sup>63</sup>Idem 57.

La mejor calidad del hábitat con un valor de 1 para este grupo, se encuentra distribuido principalmente en la porción Norte del área de intervención del proyecto, ocupa una superficie de 249,408 hectáreas (Tabla 6). En la Tabla 20, se presentan los tipos de uso del suelo y vegetación, donde destaca la selva baja caducifolia primaria y con vegetación secundaria.

Tabla 20. Mejor calidad de hábitat para el grupo de los Felinos.

USV 10	Calidad 1	Calidad 2
Área agrícola	405	2795
Área impactada por incendio		143
Área sin vegetación aparente	9	66
Asentamientos humanos	37	182
Bosque de encino	17	17593
Bosque de encino_vs	458	318956
Bosque de pino	4	93988
Bosque de pino-encino (incluye encino-pino)	11	118368
Bosque de pino-encino_vs (incluye encino-pino)	89	165943
Bosque de pino_vs	2	51911
Bosque de tascate	17	19
Bosque de tascate_vs	32	52
Bosque mesófilo de montaña_vs		9398
Chaparral	6	30
Cuerpos de agua	242	124
Matorral crasicaule	7	
Matorral crasicaule_vs	16	
Matorral xerófilo	56	353
Palmar	23	6726
Pastizales	1,461	10492
Plantación forestal	0	
Selva Baja caducifolia	118,611	306
Selva Baja caducifolia_vs	127,991	315
Selva Mediana subcaducifolia_vs		1531
	<b>249,495</b>	<b>799,293</b>

## 5.8. Especie *Abronia mixteca*

**Lagarto alicante mixteco.** No existe ningún antecedente sobre el estado de la especie. *Abronia mixteca* se conocía hasta hace poco tan solo en regiones aledañas a su localidad tipo, los Tejocotes, Oaxaca. No obstante, en años recientes un ejemplar de *Abronia mixteca* fue recolectado en una localidad ubicada en el estado de Guerrero (Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias de la UNAM).

Lagartija de cuerpo alargado, cola prensil y patas cortas, perteneciente al subgénero *Abronia*. Se distingue de las demás especies de su género por poseer la siguiente combinación de caracteres de escamación y coloración: superciliar anterior en contacto con la cantoloreal; frontonasal de tamaño grande; cuatro escamas en la primera hilera de temporales; antepenúltima supralabial en contacto con la órbita; un mínimo de seis nucales; 28-31 hileras transversales de dorsales; coloración dorsal en adultos variable, de amarillo verdoso a café claro; seis a ocho bandas transversales oscuras no bien definidas en la región dorsal, las cuales están alineadas a lo largo del tronco; escamas en las labiales, cuello y párpados de color amarillo claro. La máxima longitud hocico-cloaca conocida para un ejemplar de esta especie es de 145 mm (registro del Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, UNAM; MZFC)<sup>64,65</sup>.

<sup>64</sup>Zaldívar Riverón, A., Schmidt, W. y Heimes, P. 2002. Ficha técnica de *Abronia mixteca*. En: Zaldívar Riverón, A. (compilador). Revisión de las categorías en el proyecto de norma oficial mexicana (PROY-NOM-059-2000) para las especies de lagartijas de la

*Abronia mixteca* se conoce tan solo para su localidad tipo y regiones aledañas ubicadas al norte de la ciudad de Oaxaca, y en una localidad ubicada al este del estado de Guerrero. Se desconoce el rango de distribución histórica para la especie.



Tomado de <http://conabio.inaturalist.org/taxa/32006-Abronia-mixteca><sup>66</sup>

Al igual que los demás miembros de su género, *Abronia mixteca* es de hábitos diurnos y arborícolas. *Abronia mixteca* habita en climas templados húmedos en altitudes que van de los 2134 a los 2400 msnm. Las zonas donde habita esta especie se ubican en el estado de Oaxaca, actualmente se encuentran fuertemente alteradas debido a la tala inmoderada. Por otra parte, debido a la inaccesibilidad de la localidad conocida para *Abronia mixteca* en el estado de Guerrero, se desconoce la situación actual del hábitat de esta especie en dicha región.

*Abronia mixteca* tiene un rango de distribución restringido, lo cual aunado con su susceptibilidad a la alteración de su medio debido a sus hábitos preferentemente arborícolas hace que esta especie sea considerada como prioritaria para la conservación.

Esta especie fue seleccionada en los talleres de expertos y se construyó la tabla de sensibilidad **Tabla 21** que fue utilizada como insumo en el Módulo de Biodiversidad de InVEST. El resultado del módulo para esta especie se presenta en la **Figura 15** con los valores de 1 que indica la mejor calidad del hábitat representado por el tono verde oscuro, así como el siguiente valor y 0.89 en un tono verde claro.

familia Anguidae (Reptilia). Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera", Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W026. México, D.F.

<sup>65</sup>© CONABIO, algunos derechos reservados.

<sup>66</sup><http://conabio.inaturalist.org/taxa/32006-Abronia-mixteca>

Tabla 21. Datos de sensibilidad para la especie *Abronia mixteca*.

NAME	LULC	HABITAT	NAME	LULC	HABITAT
Asentamientos humanos	21	0.00	Bosque de encino_vs	3	0.90
Pastizales	24	0.00	Matorral crasicaule	12	0.00
Área agrícola	20	0.00	Matorral crasicaule_vs	13	0.00
Palmar	15	0.00	Matorral xerófilo	14	0.00
Bosque de tascate	8	0.20	Chaparral	11	0.00
Bosque de tascate_vs	9	0.10	Selva baja caducifolia	17	0.00
Bosque mesófilo de montaña_vs	10	0.70	Selva baja caducifolia_vs	18	0.00
Bosque de pino	4	0.80	Selva mediana subcaducifolia_vs	19	0.00
Bosque de pino_vs	5	0.80	Área sin vegetación aparente	1	0.00
Bosque de pino-encino (incluye encino-pino)	6	0.90	Cuerpos de agua	23	0.00
Bosque de pino-encino_vs (incluye encino-pino)	7	0.90	Plantación forestal	16	0.00
Bosque de encino	2	1.00	Área impactada por incendio	22	0.00

La mejor calidad del hábitat con un valor de 1 para este grupo, se encuentra distribuido principalmente en toda el área de intervención del proyecto, ocupa una superficie de 18,051 hectáreas (Tabla 6), principalmente de bosque de encino, mientras que el siguiente nivel (0.89) ocupa una superficie de 614,908 hectáreas, siendo los tipos de vegetación con mayor superficie el bosque de encino, así como pino-encino primario y con vegetación secundaria (Tabla 22).

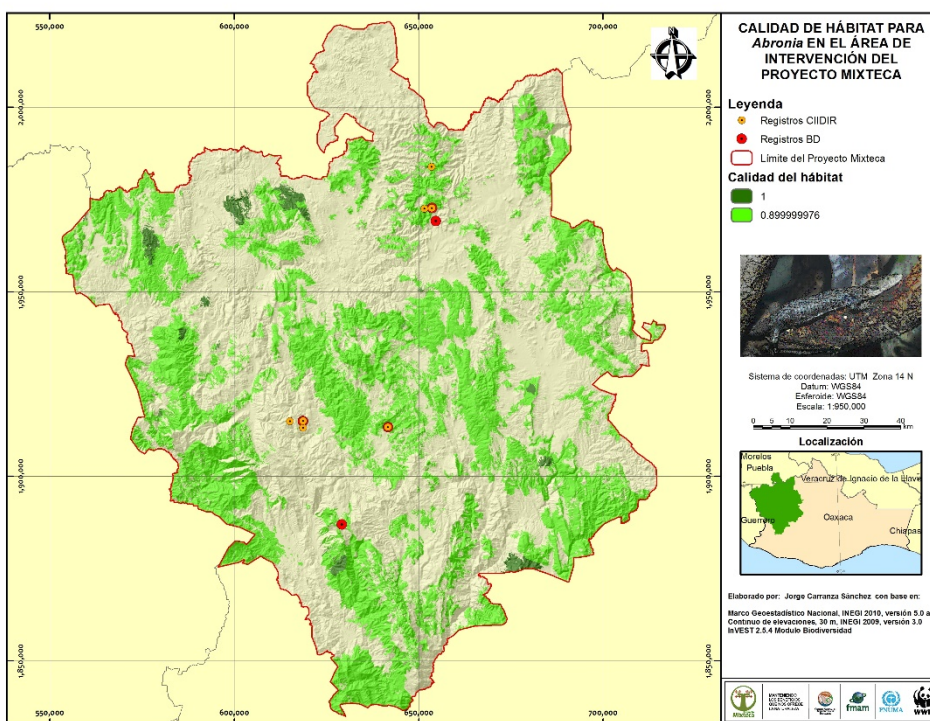
Figura 15. Mejor calidad de hábitat para la especie *Abronia mixteca*.

Tabla 22. Mejor calidad de hábitat para la especie *Abronia mixteca*.

USV_10	Calidad 1	Calidad 2
Área agrícola	20	1,958
Área impactada por incendio		143
Área sin vegetación aparente		57
Asentamientos humanos	1	114
Bosque de encino	17,535	58
Bosque de encino_vs	353	318,504
Bosque de pino	0	115
Bosque de pino-encino (incluye encino-pino)	6	118,310
Bosque de pino-encino_vs (incluye encino-pino)	9	165,807
Bosque de pino_vs		55
Bosque de tascate		19
Bosque de tascate_vs		52
Bosque mesófilo de montana_vs	0	60
Chaparral	2	27
Cuerpos de agua	11	65
Matorral xerófilo		354
Palmar		3
Pastizales	105	8,626
Selva baja caducifolia	10	300
Selva baja caducifolia_vs	8	280
Selva mediana subcaducifolia_vs		0
	<b>18,061</b>	<b>614,908</b>

## 5.9. Grupo Murciélagos nectarívoros

Las selvas y bosques tropicales albergan una enorme diversidad de organismos que de una u otra manera interactúan. Por lo tanto, las interacciones planta-animal son fundamentales para el mantenimiento de los ecosistemas boscosos. Tanto es así que al menos un 80% de las plantas dependen de insectos y vertebrados para su reproducción y dispersión. En los casos articulares de la dispersión de semillas y la polinización, la interacción entre animales frugívoros y nectarívoros y plantas es un factor crucial para el mantenimiento de la estructura y diversidad del bosque (Howe y Smallwood, 1982 en Bracamonte, 2011<sup>67</sup>).

Para la mayor parte de la gente es difícil imaginar que animales tan pequeños y muchas veces despreciados como los murciélagos puedan tener importancia en los ecosistemas. Sin embargo, estos animales tienen características únicas que los colocan en una posición crucial en cuanto al funcionamiento de los bosques. En términos ecológicos, si bien los murciélagos son el segundo grupo de mamíferos en número de especies luego de los roedores, su diversidad dietaria no tiene igual. En ambientes tropicales la dieta de las especies de una familia (Phyllostomidae) abarca desde frutos, polen y néctar, insectos, pequeños vertebrados (como lagartos, aves, roedores, peces y otros murciélagos), hasta sangre.

Dentro de la misma familia, Phyllostomidae, se encuentra un grupo de especies que tienen una importante función en las selvas y bosques: los nectarívoros. En el proceso de alimentarse de néctar y polen estos murciélagos se convierten en importantes polinizadores de las plantas que visitan. El gremio de los nectarívoros es un grupo reducido de cerca de 40 especies que agrupan a aquellas que se alimentan exclusivamente de polen y néctar y otras que incorporan además otros alimentos.

La interdependencia hace más vulnerables a los murciélagos nectarívoros que otros murciélagos a procesos de extinción. La dieta especializada que poseen los vuelve particularmente sensibles a la

<sup>67</sup>Bracamonte, C. 2011. El rol de los murciélagos en el mantenimiento de los bosques. *Temas BGNoa* Vol. 1, Núm. 1, Abril 2011

pérdida del hábitat a causa de la desaparición de las plantas de las que se alimentan. Además, muchas de estas especies son raras, sus poblaciones son reducidas o tienen distribuciones restringidas. De igual manera, las plantas que se reproducen gracias a la ayuda de los murciélagos nectarívoros también son susceptibles de desaparecer si estos desaparecen primero.

Los murciélagos enfrentan toda una serie de amenazas a nivel mundial. Por un lado, los cambios climáticos alteran las temperaturas adecuadas para aquellos que hibernan, los vuelve más vulnerables a inundaciones, sequías, frío y calor extremo. Por otro lado, la transformación, la fragmentación y/o pérdida de hábitat generadas por la urbanización y la intensificación de la agricultura causan ruidos, pérdida de refugios, alteración de la calidad del agua y potenciales intoxicaciones por pesticidas. Esto ha llevado a una disminución notable en las poblaciones a nivel mundial y a que un 20% de las especies estén catalogadas bajo alguna categoría de amenaza.

Este grupo también fue seleccionado en los talleres de expertos y se construyó la tabla de sensibilidad **Tabla 23** que fue utilizada como insumo en el Módulo de Biodiversidad de InVEST. El resultado del módulo para esta especie se presenta en la **Figura 16** con los valores de 1 que indica la mejor calidad del hábitat representado por el tono verde oscuro, así como el siguiente valor y 0.60 en un tono verde claro.

Tabla 23. Datos de sensibilidad para el grupo de los murciélagos nectarívoros.

NAME	LULC	HABITAT	NAME	LULC	HABITAT
Asentamientos humanos	21	0.10	Bosque de encino_vs	3	1.00
Pastizales	24	0.00	Matorral crasicaule	12	1.00
Área agrícola	20	0.33	Matorral crasicaule_vs	13	1.00
Palmar	15	1.00	Matorral xerófilo	14	1.00
Bosque de tascate	8	1.00	Chaparral	11	1.00
Bosque de tascate_vs	9	1.00	Selva baja caducifolia	17	1.00
Bosque mesófilo de montaña_vs	10	0.00	Selva baja caducifolia_vs	18	1.00
Bosque de pino	4	0.33	Selva mediana subcaducifolia_vs	19	1.00
Bosque de pino_vs	5	0.33	Área sin vegetación aparente	1	0.00
Bosque de pino-encino (incluye encino-pino)	6	0.60	Cuerpos de agua	23	0.00
Bosque de pino-encino_vs (incluye encino-pino)	7	0.60	Plantación forestal	16	0.00
Bosque de encino	2	1.00	Área impactada por incendio	22	0.00

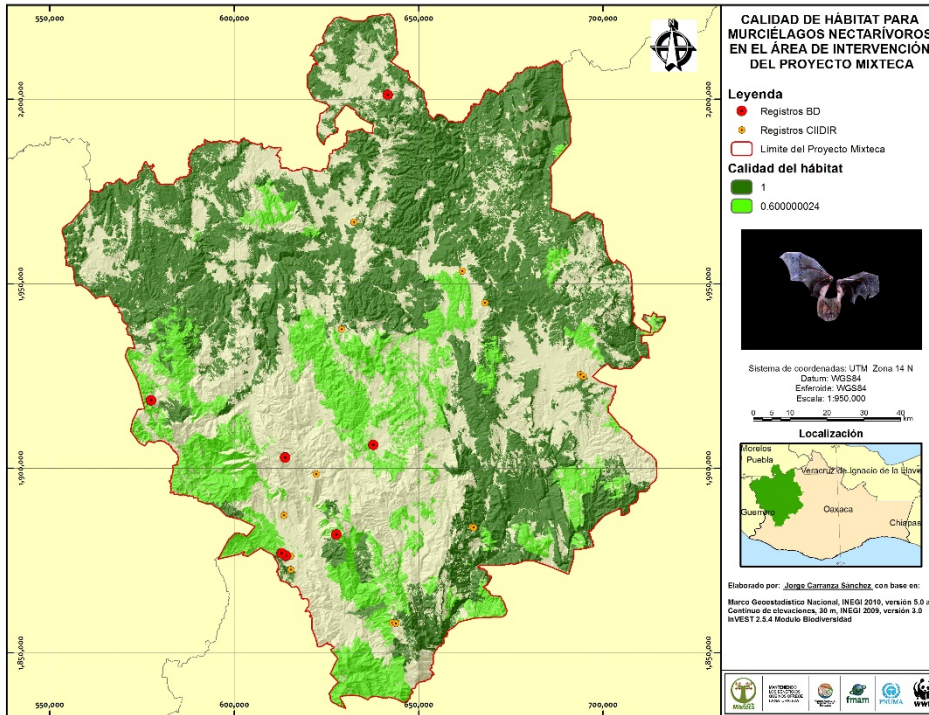


Figura 16. Calidad de hábitat para el grupo de murciélagos nectarívoros.

La mejor calidad del hábitat con un valor de 1 para este grupo, se encuentra distribuido principalmente en toda el área de intervención del proyecto, ocupa una superficie de 729,347 hectáreas (Tabla 6). En la Tabla 24, se presentan los tipos de uso del suelo y vegetación, donde destaca los bosques de encino, así como la selva baja caducifolia primaria y con vegetación secundaria.

Tabla 24. Mejor calidad de hábitat para el grupo de los murciélagos nectarívoros.

USV_10	Sum_Hectar	Sum_Hectar
Área Agrícola	1,802	1,236
Área Impactada por Incendio	60	84
Área sin Vegetación Aparente	379	40
Asentamientos Humanos	143	82
Bosque de Encino	17,598	16
Bosque de Encino_vs	319,619	214
Bosque de Pino	53	64
Bosque de Pino-Encino (incluye encino-pino)	115	118,245
Bosque de Pino-Encino_vs (incluye encino-pino)	321	165,646
Bosque de Pino_vs	11	48
Bosque de Tascate	5,013	10
Bosque de Tascate_vs	21,911	10
Bosque Mesófilo de Montana_vs	8	50
Chaparral	11,562	3
Cuerpos de Agua	351	29
Matorral Crasicaule	1,295	
Matorral Crasicaule_vs	2,281	
Matorral xerófilo	83,389	12
Palmar	6,750	
Pastizales	8,004	2,910
Plantación Forestal	194	14
Selva Baja Caducifolia	118,974	91
Selva Baja Caducifolia_vs	128,290	0
Selva Mediana Subcaducifolia_vs	1,526	
	<b>729,650</b>	<b>288,803</b>

## 6. Conclusiones.

Hábitat se define como: los recursos y condiciones presentes en un área que puede ser ocupada — incluye supervivencia y reproducción— por un organismo dado (Hall *et al.*, 1997<sup>68</sup>). Calidad de hábitat se refiere a la habilidad del medio para proveer condiciones apropiadas para la persistencia individual o la población, y es considerado una variable continua en el modelo, se expresa en niveles bajo, medio y alto, con base en la disponibilidad de supervivencia, reproducción y persistencia de la población respectivamente (Hall *et al.*, 1997<sup>69</sup>).

Hay que considerar que los datos específicos de las relaciones de especies grupo-hábitat, la salida del modelo se refiere a la extensión y la calidad solo para la especie o el grupo modelado. Por lo anterior la mejor calidad de hábitat ocupa diferentes tipos de vegetación, algunos de ellos pueden tener coincidencia. Para lo cual se combinaron los datos de mejor calidad de hábitat obtenidos para los grupos seleccionados a fin de determinar aquellas áreas donde se presenta una mayor concordancia.

De las nueve especies y grupos seleccionados se obtuvieron 91 combinaciones de los cuales en una combinación coinciden 6 especies y/o grupos aunque de manera aislada, mientras que en 13 combinaciones coinciden 5 especies y/o grupos, en 23 combinaciones hay una coincidencia de 4 especies y/o grupos, 26 combinaciones coinciden 3 especies y/o grupos, 18 combinaciones coinciden 2 especies y/o grupos y 18 combinaciones con solo una especie y/o grupos.

A fin obtener las áreas de mejor calidad de hábitat para las especies y grupos seleccionados se generó un mapa que se muestra en la Figura 17, en este se puede observar que se presentan dos zonas importantes con base en las especies y seleccionados. El primero donde concuerdan 5 especies y/o grupos corresponde principalmente a hábitats ocupados por los bosques, mientras que el segundo en donde concuerdan 4 especies y/o grupos se presenta principalmente en las zonas de selvas.

---

<sup>68</sup>Hall, L.S., Krausman, P.R. and Morrison, M.L. 1997. The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin* 25(1):173-182.

<sup>69</sup>*Idem* 18.



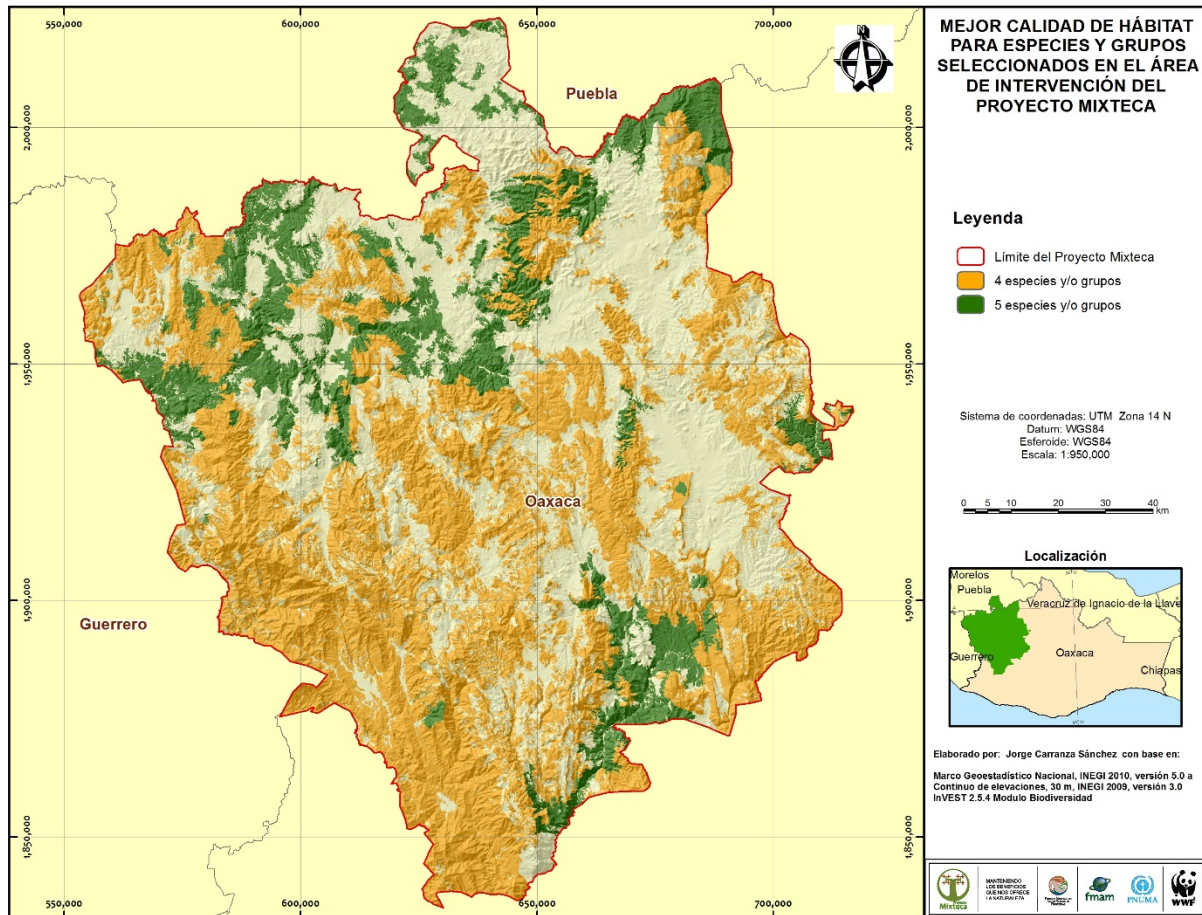


Figura 17. Combinación de la mejor calidad de hábitat de las especies y grupos seleccionados.

## 7. Referencias bibliográficas

- Aguilera-Taylor, I., A. Corzo-Dominguez, G. Muñoz-Castro y L. López-Hoffman. 2007. Servicios ambientales de una palma endémica: importancia para la población rural. *Gaceta Ecológica* **84-85**: 75-84.
- Almeida-Leñero, L., M. Nava, A. Ramos, M. Espinosa, M. J. Ordoñez y J. Jujnovsky. 2007. Servicios ecosistémicos en la cuenca del río Magdalena, D.F. *Gaceta Ecológica* **84-85**:53-64.
- Ando, A, J. Camm, S. Polasky, and A. Solow. 1998. Species distributions, land values, and efficient conservation. *Science* **279**:2126-2128.
- Balvanera, P., G. C. Daily, P. R. Ehrlich, T. H. Ricketts, S. A. Bailey, S. Kark, C. Kremen and H. Pereira. 2001. Conserving biodiversity and ecosystem services. *Science* **291**: 2047
- Balvanera, P. y Cotler, H. 2007. Acercamiento al estudio de los servicios ecosistémicos. *Gaceta ecológica* número especial **84-85** (2007) 8-15 Instituto Nacional de Ecología, México.
- Bilstein, K., W. Schelski, J. Zalles y S. Ellis. 1998. Conservation status of tropical raptor. *Juornal of Raptor Research* **32**:3-18
- Bracamonte, C. 2011. El rol de los murciélagos en el mantenimiento de los bosques. *Temas BGNoa* Vol. 1, Núm. 1, Abril 2011
- Briones-Salas, M., Lavariega, M. C. e I. Lira-Torres 2012. Distribución actual y potencial del jaguar (*Panthera onca*) en Oaxaca, México. *Rev. Mex. Biodiv.* Vol. **83** No 1 México. Marzo 2012.
- Castello, L., J. P. Castello y C. A. S. Hall. 2007 Problemas en el estudio y manejo de pesquerías tropicales. *Gaceta Ecológica* **84-85**: 65-73.
- Chagoya, L.V. 2011, Biodiversidad de fauna de la región mixteca, Word Wildlife Fund-México, Convenio OL93. México D.F.
- Clements, J. F. 2007. *The Clements Checklist of Birds of the World, 6th Edition*. Cornell University Press. Downloadable from Cornell Lab of Ornithology
- © CONABIO, algunos derechos reservados.
- CONANP, 2014 [http://www.conanp.gob.mx/que\\_hacemos/](http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/)
- Czech, B., P. R. Krausman, and P. K. Devers. 2000. Economic Associations among Causes of Species Endangerment in the United States. *Bioscience* **50**:593-601.
- Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/>
- Forman, R. 1995. Land Mosaics: The Ecology of landscapes and regions. Cambridge Univ Press. New York.
- Forman, R. 2003. Road ecology: science and solutions. Island Press. New York, New York.
- Franklin, J.F. and D. B. Lindenmayer. 2009. Importance of matrix habitats in maintaining biological diversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **106**:349-350.
- García-Mendoza, A. J., M. J. Ordóñez D. y Briones-Salas, M. 2004 *Biodiversidad de Oaxaca. México*.
- Grossman, M. y J. Hamlet. 1964. *Bird of prey of the world Crow*, New York. 496 p.
- <http://conabio.inaturalist.org/taxa/2089-Ortalis-poliocephala>
- <http://conabio.inaturalist.org/taxa/20777-Trogon-mexicanus>
- <http://conabio.inaturalist.org/taxa/32006-Abronia-mixteca>
- Hall, L.S., Krausman, P.R. and Morrison, M.L. 1997. The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin* **25**(1):173-182.

- Herrera, Néstor; Rivera, Roberto; Ibarra Portillo, Ricardo & Rodríguez, Wilfredo (2006): Nuevos registros para la avifauna de El Salvador. ["New records for the avifauna of El Salvador"]. *Boletín de la Sociedad Antioqueña de Ornitología* **16**(2): 1-19.
- Howell, Steven N. G. & Webb, Sophie (1995): *A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press, Oxford & New York. ISBN 0-19-854012-4
- INEGI 2010. Marco Geoestadístico Nacional Versión 5.0A. [http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/m\\_geoestadistico.aspx](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/m_geoestadistico.aspx)
- INEGI 2010. Censo de población y vivienda. <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx>
- Lindenmayer, D., Hobbs, R., Montague-Drake, R., Alexandra, J., Bennett, A., Burgman, M., Cae, P., Calhoun, A., Cramer, V., Cullen, P. 2008. A checklist for ecological management of landscapes for conservation. *Ecology Letters* **11**:78-91.
- Liu, J., T. Dietz, S. R. Carpenter, M. Alberti, C. Folke, E. Moran, A. N. Pell, P. Deadman, T. Kratz, J. Lubchenco, E. Ostrom, Z. Ouyang, W. Provencher, C. L. Redman, S. H. Schneider y W. W. Taylor. 2007. Complexity of Coupled Human and Natural System. *Science* **317**: 1,513-516.
- Mañosa, S. y V. Pedrocchi. 1997. A raptor survey in the Brazilian Atlantic Rainforest. *Journal of Raptor Research* **27**:121-122.
- Martínez, J. 1992. Raptor conservation in Veracruz, México. *Journal of Raptor Research* **26**:184-188.
- Meynard, C. N., Lara, M. Pino, M. Soto, D. Soto, L. Nahuelhual, D. Nuñez, C. Echeverría, C. Jara, C. Oyarzún, M. Jiménez y F. Morey 2007. Integrando ciencia, economía y sociedad: servicios ecosistémicos en la región de los bosques lluviosos valdivianos. *Gaceta Ecológica* **84-85**: 29-38.
- Mckinney, M.L. 2002. Urbanization, biodiversity, and conservation. *BioScience* **52**:883-890.
- Nelson, E., S. Polasky, D. J. Lewis, A. J. Plantinga, E. Lonsdorf, D. White, D. Bael & J. J. Lawler. 2008. Efficiency of incentives to jointly increase carbon sequestration and species conservation on a landscape. *Proc. Nat. Acad. Sci.* **105**: 9471-9476.
- Nelleman C, Kullered L, Vistnes I, Forbes B, Foresman T, Husby E, Kofinas G, Kaltenborn B, Rouaud J, Magomedova M, Bobiwash R, Lambrechts C, Schei P, Tveitdal S, Gron O, Larsen T. 2001. GLOBIO. Global methodology for mapping human impacts on the biosphere. UNEP/DEWA/TR.01-3.
- Newton, I. 1979. *Population ecology of raptor*. T. & A. Poyser, London. 339 p.
- Noss, R. F., M. A. Connell, and D. D. Murphy. 1997. The science of conservation planning: habitat conservation under the endangered species act. Island Press.
- Nuñez, R. y B. Miller. 1997. Ecología de Jaguares y Pumas en el Oeste de México. CONABIO Proyecto J090.
- Pérez-Maqueo, O., M. Equihua, G. Vázquez, M. L., Martínez, A. Campos, G. Castillo, E. Díaz Pardo, J.G. García Franco, D. Gelsert, K. Mehlreter, E. Meza y L. Muñoz-Viller. 2007 Construcción de consensos mediante modelación medida con enfoque en servicios ecosistémicos. *Gaceta Ecológica* **84-85**: 107-116.
- Prugh, L., K. Hodges, A. Sinclair, and J. Brashares. 2008. Effect of habitat area and isolation on fragmented animal populations. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **105**:20770.
- Ricketts, T. H. 2001. The Matrix Matters: Effective Isolation in Fragmented Landscapes. *American Naturalist* **158**:87- 99.
- Rodríguez-Estrella R., J.A. Donazar y F. Hiraldo. 1998 Raptor as indicators of environmental change in the scrub habitat of Baja California Sur. *Conservation Biology* **12**:921-925.
- Sarukhán, J., et al. 2009. *Capital natural de México*. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

SEMARNAT 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. Diario Oficial de la Federación 06 marzo de 2002.

Tallis, H.T., Ricketts, T., Guerry, A.D., Wood, S.A., Sharp, R., Nelson, E., Ennaanay, D., Wolny, S., Olwero, N., Vigerstol, K., Pennington, D., Mendoza, G., Aukema, J., Foster, J., Forrest, J., Cameron, D., Arkema, K., Lonsdorf, E., Kennedy, C., Verutes, G., Kim, C.K., Guannel, G., Papenfus, M., Toft, J., Marsik, M., Bernhardt, J., and Griffin, R. 2013. *InVEST 2.5.4 User's Guide*. The Natural Capital Project, Stanford.

Thiollay, J.M. 1989. Area requirements for the conservation of rain forest raptor and game birds in French Guiana. *Conservation Biology* **31**:128-137.

Thiollay, J.M. 2007. Raptor communities in French Guiana distribution, hábitat selection, and conservation. *Journal of Raptor Research* **41**:90-105.

Vitousek, P. M., H. A. Mooney, J. Lubchenco, and J. M. Melillo. 1997. Human Domination of Earth's Ecosystems. *Science* **277**:494.

Wilcove, D. S., D. Rothstein, J. Dubow, A. Phillips, and E. Losos. 1998. Quantifying Threats to Imperiled Species in the United States. *Bioscience* **48**:607-615.

Zaldívar Riverón, A., Schmidt, W. y Heimes, P. 2002. Ficha técnica de Abronía mixteca. En: Zaldívar Riverón, A. (compilador). Revisión de las categorías en el proyecto de norma oficial mexicana (PROY-NOM-059-2000) para las especies de lagartijas de la familia Anguidae (Reptilia). Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera", Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W026. México, D.F.