



Universidad Autónoma de Baja California

Facultad de Ciencias Marinas

Maestría en Oceanografía Costera



**"Definición de Áreas con Potencial de Conservación
a partir de Indicadores Ambientales**

**Caso de Estudio: Región Península de Punta Banda –
Estero Punta Banda, B.C. México"**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN OCEANOGRAFÍA COSTERA**

Presenta

Dagoberto Alvarado Aguilar

Ensenada B.C.

Noviembre 2000

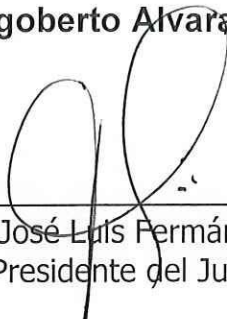
**Definición de Áreas con Potencial de Conservación
a partir de Indicadores Ambientales**

Caso Estudio: Región Península de Punta Banda –
Estero Punta Banda, B.C. México.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN OCEANOGRAFÍA COSTERA
PRESENTA:

Oc. Dagoberto Alvarado Aguilar



M.C. José Luis Fermán Almada.
Presidente del Jurado.



M.C. Luis A. Galindo Bect
Sinodal Propietario



M.C. María Concepción Arredondo García
Sinodal Propietario

RESUMEN

La evaluación de los efectos de un desarrollo social sobre los recursos naturales se lleva a cabo por medio de Indicadores Ambientales de carácter cuantitativo, que reflejan características o cualidades significativas de los mismos. En el presente trabajo se establece un modelo basado en los Indicadores Ambientales, para definir la asignación de zonas con potencial de conservación en la zona costera, integrado al marco de la planificación costera.

La metodología a seguir tiene dos etapas principales:

- descripción: en la cual se incluyen la delimitación de la zona y un inventario del medio físico, biótico y antrópico
- diagnóstico: en el cual se evalúan las condiciones ambientales mediante la interacción de las variables analizadas; siendo en esta etapa donde se ubica el uso de los Indicadores Ambientales; se asignan valores a cada una de las diferentes condiciones ambientales; estos valores llevados a un modelo de planificación nos dan los potenciales de conservación de cada zona.

Para probar el modelo ecológico se aplicó a un caso de estudio, correspondiente al Estero de Punta Banda – Península de Punta Banda. En esta localidad se designaron las áreas con potencial de conservación y el nivel del mismo.

Como resultado final se obtiene un Marco Metodológico que incluye la aplicación de Indicadores Ambientales en las Políticas Costeras.

*"Aprendo de mis pasos,
Comprendo en mi caminar. . ."*

*De mis pasos.
Julietta Venegas*

DEDICATORIA.

Durante la realización de esta tesis me vino a la memoria, un recuerdo lejano ya, pero no perdido por completo en el limbo, es por eso que este trabajo es a la memoria de Don Donato Cuellar Merino †, de quien guardo pocos pero certeros recuerdos de su amor a la gente, a la vida y al campo. Recordando que los cimientos que construyas por la mañana serán la base de lo que quieras realizar por la tarde.

A mis dos abuelitas ya que ellas me demuestran día con día, lo bello e interesante de la vida. Doña Sarita García y Doña Rosita Cuellar, a 180 años de vida y milagros

A mis padres Alicia y Santos, por ser parte de esta gran historia, dando la brújula y el viento de impulso básico para empezar a navegar, y continuar haciéndolo.

A Gina, mi pequeña gran hermana, mi amiga, mi enemiga íntima por todo a la vez.

A Ruth, por compartir conmigo un capítulo de esta historia, escribiéndolo juntos cada día, compartiendo y creando nuevos futuros posibles... TE AMO

AGRADECIMIENTOS.

Aunque no soy muy religioso, o creyente formal, deseo agradecer a quien sea el culpable de todo lo que pasa en esta tierra, aquel que es la base y la energía, mucha gente le pone nombres pero para mi tan solo es alguien superior y es a quien se debe agradecer...
y por supuesto al MAR-OCEANO

Al M.C. José Luis Fermán Almada, por su apoyo en la realización de esta tesis, el apoyo para presentarla en el ámbito internacional y confrontarla con otras ideas, con buenos resultados.

A los Sinodales, M.C. Ma. Concepción "Conchita" Arredondo García y M.C. Luis "Master" Galindo Bect, por sus consejos y ayuda en la realización de esta tesis, al apoyar y ayudar a resanar los baches en el camino, y por las certeras correcciones en la tesis que ayudaron a crear un gran trabajo

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por su apoyo por medio de la beca crédito para la realización de este trabajo.

Al M.C. Roberto Pérez Higuera por su ayuda en la primera parte de georeferenciación y ajuste de mapas y fotografías empleadas en la regionalización.

A los M.C. Alejandro García Gastelum, por los consejos o tips en el trabajo, y Georges Seingier Hourdin, por su ayuda con los SIG, ...merci beaucoup!!

A mis padres, hermana y abuelitas por su apoyo y comprensión en esta etapa de mi vida, la distancia es grande pero no superior al amor que les tengo.

A Ruth Cerezo Mota por su amor, preocupación, cariño, por los corajes, por los *no te preocupes*, por todo su apoyo, gracias TE AMO NEGRA...

A mis amigos de siempre que siguen aquí, Julio, Fausto, Dahren y claro Marina y Karina, Y mi conciencia MF Gabriela E.

A Anita Ramírez por su amistad desde el principio de esta aventura y eso ya es bastante, gracias por darme el primer impulso para llegar a este lugar y al mismo tiempo empezar a soñar con el mar.

A mis compañeros de Maestría, por compartir los conocimientos, los exámenes y la tranquilidad de acabar los créditos... (Clara, Juan, Rogelio, Chacon, Isra, Jorge, Fabián, Zack, Adrián, Chihuahua, Raúl, Omar.....)

Al Grupo de Exploración, semilla de Baja X-Treme, en él, las experiencias vividas fueron inolvidables y parte de un nuevo reto, pensando siempre en subir un poco más (Juan, Poncho, Quique, Lalo, Pablo, Luis, Ricardo, Paola, Ana, Betty....)

A la Asociación de Salvavidas y Rescate, por los muchos y los pocos, por ser parte importante en mi formación y creer que es bueno ayudar a alguien siempre que sea, POR LA VIDA.

A mis amigos allende el mar, la familia cubana por su sinceridad, alegría y felicidad ante la vida, a la comunidad latina en Bélgica, por hacerme sentir un poco mas cerca de casa, y a los amigos de Italia por su recibimiento y por lo que seguirá...

A Ina VandeBroek por su amistad a lo largo de todos estos años, que sin tener contacto directo seguimos en contacto.

Al Oc. Juan Flores por enseñarme sin palabras lo importante de la amistad y los secretos que guarda el fuego de una fogata.

A Toda mi Familia Alvarado y toda la Aguilar por sus porras y la eterna pregunta *Y tu de que vas a trabajar???* de lancharo!!!!

A las Orcas por su amistad y por hacerme sentir uno mas de su generación.

A la Familia Paredes Robledo (Vanne, Lalo, David, y Alan) por su amistad y apoyo a lo largo de todo el tiempo.

A la Facultad de Ciencias Marinas, al IIO y a la UABC por ser parte importante de este trabajo, al ser lugar de crecimiento, formación y deformación.

A la señora Alejandra Cruz Aquino y Familia por las atenciones brindadas durante la larga estancia en Ensenada.

A Chien por enseñarme que la curiosidad y el ocio es la madre de todas las ciencias y que nunca hay que dejar nada sin averiguar que puede pasar

Agradecer es un proceso largo en el cual se debe considerar que aporta cada gente que conoces, mi lista no quedaría completa sin agregara a: Hiroshi Natsu, y Renee Torres, Familia Sandoval Morales (Ceci, Gerardo, Dany y Javi), Lety R., Aída, Laura, Gordito, Victor y Familia Gaby Chavez, Omar Q., Pedro, Sinhue, Carlos Peynador, Rana, Dulce, Nancy, Tatanka, Vaquero, Fabiola, Mark, Víctor Camacho, Yico, Poncho y Fabiola.

*No vamos a preguntar
sino a responder*
JOSÉ MARTÍ

*"Siempre beo y es ansi que por la mayor parte
quando tenemos entre las manos alguna cosa preciosa
y la tratamos sin impedimento no la tenemos
ni la preciamos en quanto vale ni entendemos la
falta que nos haria si la perdisemos y por lo tanto
de continuo la bamos teniendo en menos pero
despues que la abemos perdido y carecemos del
beneficio de ella abemos gran dolor en el coraçon y
siempre andamos ymaginatibos buscando modos y
maneras como la tornemos a cobrar..."*

*Pedro de Castañeda
Historia de una expedición*
Octubre 1596*



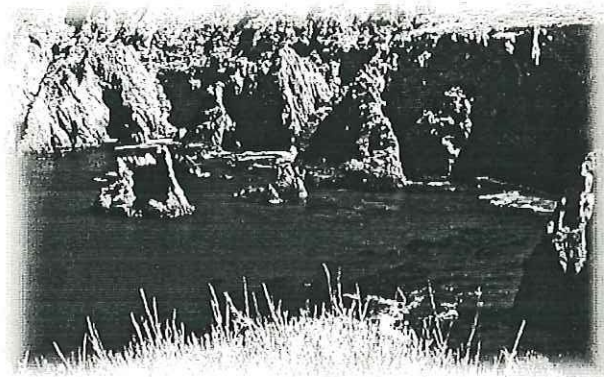
* Crónica en castellano antiguo de la expedición de Francisco Vázquez de Coronado en búsqueda de las siete ciudades de Cibola

San Mateo

domingo XVI. días del dho mes andubieron nabegando para seguir su biaje y obra de seis leguas del cabo de cruz .+. allaron un puerto bueno y cerrado. y para llegar alla pasaron por una ysleta q. esta cerca de la tierra firme, en este puerto tomaron agua en una lagunilla de agua llobediza. y ay arboleda como de ceybas, ecepto que es madera rrezia. hallaron maderas gruesas e grandes q. traya la mar. llamase a este puerto san mateo e es buena tierra al parescer, ay grandes sabanas. e la yerba como la de españa. y es tierra alta y doblada, vieron unas manadas de animales como ganados que andaban de ciento en ciento. e mas que parescian al parescer y al andar como abejas del piru y la lana luenga. tienen quernos pequeños de un xeme de luengo y estan por dos como el dedo pulgar y la cola ancha y redonda e de longor de un palmo. Esta en 33 grados y tercio. tomaron posesion del, estubieron en este puerto hasta el sabado siguyte.

Juan Paez. 1543

Relación del Viaje de Juan Rodríguez Cabrillo



Ensenada De Todos Santos

Del dicho cauo de san simon y Judas a la Punta de los humos ay dos leguas de norueste sueste quarta de norte a sur la costa. La costa hace ensenada segura de bajos la tierra es de sierras dobladas con algunos balles la tierra de muncha gente de la Punta de humos al cabo de todos santos ay cinco leguas de normorueste susudueste hase ensenada la costa de sierras altas que bajan y se rrematan en el dicho cauo que es bajo de peña muy amogotado y al sueste del tiene a legua y media vnos farellones de peñas grandes que avnque se aserquen aellos paresen nauios a la uela y al veste del dicho caou tiene dos yslas que la mayor y mas serca esta a una legua del y entre ella y el caou tiene dos farellones de piedra puedese pasar seguramente la ysleta de mas a fuera es vaja rrasa y entrambas sin arboleda y canal por entre las dos y de dentro dicho cauo hase ensenada muy grande y de ella ba la Costa Leste veste hasta la Punta de Sierras esta el dicho cauo de todos santos en altura de treinta y dos grados y medio.

Enrico Martínez

Diseños de la costa desde Isla de Cedros hasta San Diego

8 Noviembre 1603

*"De que utilidad puede ser el crear parques nacionales, luchar por buenas legislaciones, por la protección de las especies de animales raras, cuando la idea básica de la **conservación** no ha sido fijada en la mente humana"*

Goodsward, 1962

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES	14
<i>Indicadores Ambientales y la Planeación Ambiental</i>	20
OBJETIVOS:	25
METODOLOGÍA.....	26
Planificación Ambiental	26
<i>Etapas Descriptiva</i>	27
<i>Etapas de Diagnóstico (Indicadores Ambientales)</i>	32
<i>Indicadores Ambientales y Modelo Ecológico Propuesto</i>	32
Selección de los Indicadores Ambientales	33
Valoración de los Indicadores	35
Modelo Ecológico Propuesto.....	35
SIG y su Aplicación al Modelo Ecológico	39
ZONA DE ESTUDIO.....	41
Descripción del Ambiente Físico	41
Descripción del Ambiente Socioeconómico.	44
RESULTADOS	47
Regionalización	47
Indicadores Ambientales	54
<i>Selección de Indicadores Ambientales</i>	54
<i>Valoración de los Indicadores Ambientales</i>	55
Evaluación y Aplicación del Modelo Ecológico.	60
Secuencia de Aplicación del Modelo Ecológico	71
Sistema de Información Geográfica	73
DISCUSIONES.....	75
Indicadores Ambientales.	75
Modelo Ecológico	76
Inserción del Modelo Ecológico en la Planificación Costera	77
Caso Estudio	79
Sistema de Información Geográfica	82
CONCLUSIONES.....	84
BIBLIOGRAFÍA	88

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Enfoque Presión Estado Respuesta (SEMARNAP-INE, 1997)</i>	6
<i>Figura 2. Marco Presión-Estado-Respuesta.</i>	7
<i>Figura 3. Niveles de Planificación y su correspondiente estrategia</i>	17
<i>Figura 4. Diagrama Metodológico para la Planificación Ambiental</i>	26
<i>Figura 5. Zona de Estudio.</i>	30
<i>Figura 6. Mapa 1. Regiones Hidrológicas</i>	48
<i>Figura 7. Mapa 2. Geomorfología</i>	49
<i>Figura 8. Mapa 3. Usos de Suelo.</i>	50
<i>Figura 9. Mapa 4. Unidades Ambientales</i>	51
<i>Figura 10. Mapa de Niveles de Potencial de Conservación.</i>	69
<i>Figura 11. Diagrama de Flujo para la Aplicación del Modelo de Conservación</i>	72
<i>FIGURA 12. Elaboración del SIG. Modificado de García-Gastélum 1999.</i>	74

LISTA DE TABLAS.

<i>Tabla I. Lineamientos de la OCDE para la selección de los indicadores ambientales....</i>	5
<i>Tabla II. Sistema de Clasificación.....</i>	31
<i>Tabla III. Indicadores Ambientales seleccionados para la designación de zonas con potencial de conservación.....</i>	34
<i>Tabla IV. Secuencia de clasificación para la regionalización.</i>	40
<i>Tabla V. Unidades resultantes de la regionalización, se incluye la clave de unidad, cuenca hidrográfica rasgo fisiográfico, uso actual.</i>	52
<i>Tabla VI. INDICADORES DE PRESIÓN.....</i>	56
<i>Tabla VII. INDICADORES DE ESTADO.....</i>	57
<i>TABLA VIII. INDICADORES DE RESPUESTA.....</i>	58
<i>Tabla IX. Criterios e Intervalos de valoración de los indicadores de Presión</i>	59
<i>Tabla X. Criterios e Intervalos de valoración de los Indicadores de Estado</i>	59
<i>Tabla XI. Criterios e Intervalos de valoración de los Indicadores de Respuesta.</i>	60
<i>Tabla XII. Valores obtenidos en las unidades para los Indicadores de Presión.</i>	61
<i>Tabla XIII. Valores obtenidos en las unidades para los Indicadores de Estado.</i>	63
<i>Tabla XIV. Valores obtenidos en las unidades para los Indicadores de Respuesta.</i>	64
<i>Tabla XV. Valores Directos de los índices y del Modelo de Conservación.....</i>	66
<i>Tabla XVI. Estadística Básica de los Índices Ambientales.....</i>	67
<i>Tabla XVII. Resultados del modelo en cuanto a unidades, área y característica principal</i>	70

INTRODUCCIÓN

La mayoría de las amenazas actuales y potenciales que se generan sobre la biodiversidad marina se dan en la zona costera y son resultado directo de las tendencias demográficas de la población humana: se estima que casi el 70% de la población global vive en la costa o no más allá de 60 Km de distancia de ésta, y este porcentaje sigue aumentando por lo que el total de población costera puede llegar a duplicarse en menos de 30 años (Norse, 1994). Esto incrementa la presión de utilización de los recursos en estas áreas y conduce a mayor degradación, fragmentación y destrucción (Arriaga-Cabrera, et al., 1998).

El crecimiento continuo de la población humana hacia las costas y su desplazamiento hacia áreas antes inhabitadas ha tenido efectos diversos que se reflejan de múltiples formas, tales como alteración de la atmósfera y calentamiento global, cambios en los patrones hidrológicos y sedimentación, contaminación química y descargas al mar, así como la explotación desmedida de recursos como peces e invertebrados, entre otros (Weber 1993, NRC, 1995).

Algunos de los problemas fundamentales que enfrentan actualmente los ambientes oceánicos y costeros del país son, por un lado, la carencia de información oceanográfica y biológica detallada, así como un ordenamiento ecológico de los sistemas costeros. Lo anterior dificulta la instrumentación de medidas de uso y aprovechamiento razonables, a través de lo cual se mitiguen

contaminación, alteración y degradación ecológica constantes, en los ecosistemas costeros (Arriaga-Cabrera, et al., 1998).

La sustentabilidad del ambiente depende en gran medida de los condicionantes ambientales, pero no solo de estos, también factores importantes en el estado y sustentabilidad del medio son los aspectos económicos y sociales, así como la existencia de mecanismos institucionales adecuados (Cendrero-Uceda, 1997).

El paulatino deterioro del ambiente debido al uso inadecuado de los recursos naturales en los procesos productivos, es una preocupación creciente a escala mundial, por lo cual se ha comenzado a dar un fuerte impulso al replanteamiento de los esquemas de desarrollo económico. Una parte de este cambio considera con mucha atención los efectos que tienen la aplicación de estos esquemas sobre los recursos naturales. La evaluación de estos efectos es una tarea complicada que requiere de criterios confiables y cuantificables para medir los cambios que ocurren en el medio ambiente. Las variables o criterios son una medida del medio que nos permite estimar el grado de estos efectos. Una de las formas en como se estructuran dichos criterios es a través de los *indicadores ambientales* (OECD 1994; Morón Ríos, 1995; Cendrero Uceda, 1997)

Los indicadores ambientales son criterios confiables y cuantificables que han sido usados clásicamente en los estudios de impacto ambiental. Tradicionalmente están formados por conjuntos de medidas del medio abiótico y en algunos casos se incluyen medidas referentes a la fracción biótica del ambiente; además de considerar la parte social, económica, e institucional (Morón-Ríos, 1995).

Los indicadores ambientales son estadísticos o parámetros que proporcionan información y/o tendencias sobre los fenómenos ambientales. Su significado va más allá de la estadística misma pretendiendo proveer información que permitan tener una medida de la efectividad de las políticas ambientales. La importancia de los indicadores radica en la necesidad de proporcionar a los tomadores de decisiones y al público en general una herramienta mediante la cual se presente información concisa y sustentada científicamente, de manera que pueda ser entendida y usada fácilmente (SEMARNAP, INE, 1997).

Los indicadores ambientales se han definido de la siguiente manera por la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE): " De manera general un indicador se puede definir como un parámetro o valor derivado de varios parámetros los cuales dan información sobre un fenómeno. El indicador tiene un significado que va más allá de las propiedades directamente asociadas con el valor del parámetro" (OECD, 1994).

Los indicadores, por tanto, representan un instrumento para sintetizar y transmitir información de manera significativa, con el fin de conformar una herramienta dentro del proceso de toma de decisiones. Estos indicadores deben de cumplir tres funciones principales: simplificar, cuantificar y comunicar la información, de manera que resulte fácilmente comprensible. Los indicadores de desarrollo sostenible pueden servir para estructurar y homogeneizar los procesos de informes; facilitar la integración de los aspectos ambientales, económico y sociales; y promover el uso equilibrado de los conceptos del medio como fuente, como sumidero y como soporte para las actividades humanas (Cendrero-Uceda, 1997).

La importancia del mensaje que transmite un indicador esta limitada por la calidad de los datos que lo sustentan, por lo que es necesario establecer criterios o lineamientos para asegurar que la información base tenga la confiabilidad requerida (Bakkes *et al.*, 1994). La OCDE, en particular establece los lineamientos presentados en la Tabla I

Tabla 1. Lineamientos de la OCDE para la selección de los indicadores ambientales.

Un Indicador debe:
→ Proporcionar una visión de las condiciones ambientales, presiones ambientales y respuestas. → Ser sencillo y fácil de interpretar, capaz de mostrarlas tendencias a través del tiempo. → Responder a cambios en el ambiente y las actividades humanas. → Proporcionar una base para las comparaciones internacionales. → Aplicable a escala Nacional o Regional, según sea el caso. → Debe existir un valor con el cual puede ser comparado.
Criterios Técnicos
→ Debe estar teórica y científicamente bien fundamentado. → Debe basarse en consensos internacionales. → Debe ser capaz de relacionarse con modelos económicos, de pronóstico.
Los datos necesarios para evaluar los indicadores se caracterizan por:
→ Deben estar disponibles con una "razonable" relación costo/beneficio. → Deben estar bien documentados y se debe conocer su calidad. → Deben ser actualizados a intervalos regulares.

La información que se usa para construir indicadores es mucha y muy diversa, por esta razón, es necesario tener un marco conceptual para estructurar tal información y que sea más accesible e inteligible. Se ha adoptado, para este fin el esquema denominado "Presión-Estado-Respuesta" (PER) propuesto por Environment Canada (1996) y la OECD (1994).

Maclaren (1996) presenta a través de una revisión de marcos conceptuales alternativos para reportar sustentabilidad, un marco de trabajo causal que incorpora un modelo de condición – estrés – respuesta, para el desarrollo y uso de indicadores. En este los indicadores son desarrollados para las condiciones del ambiente o ambientales, las causas antrópicas de estrés sobre este, y los programas de respuesta. Monitoreando cada uno de estos rubros, se determina

como las respuestas de manejo, reducen el estrés y mejoran las condiciones, lo que implica el uso adecuado y sustentable de los recursos

El esquema de PER, basado en la lógica de causalidad, presupone relaciones de acción y respuesta entre la economía y el medio ambiente; partiendo de cuestionamientos simples: ¿Que esta afectando al ambiente?, ¿Que esta pasando con el estado del ambiente?, ¿Que estamos haciendo acerca de estos temas?. Esto se ejemplifica de manera sencilla en la figura 1.

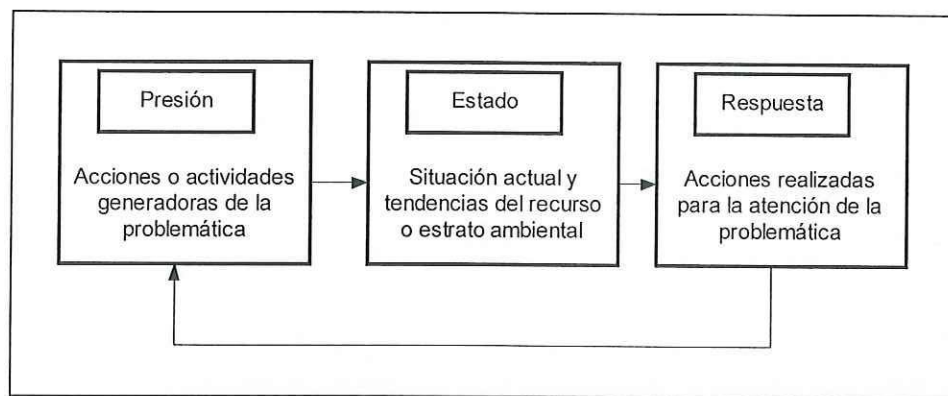


Figura 1. Enfoque Presión Estado Respuesta (SEMARNAP-INE, 1997)

Dentro del modelo PER, las **presiones** sobre el medio son una serie de acciones derivadas de la actividad humana. Esas presiones dan lugar a que se modifiquen ciertos parámetros que sirven para describir el **estado** del ambiente. Finalmente, la modificación de esos parámetros de estado puede dar lugar a unas **respuestas**, a través de procesos de retroalimentación, y de los sistemas sociales que actúan para remediar los problemas producidos (figura 2).

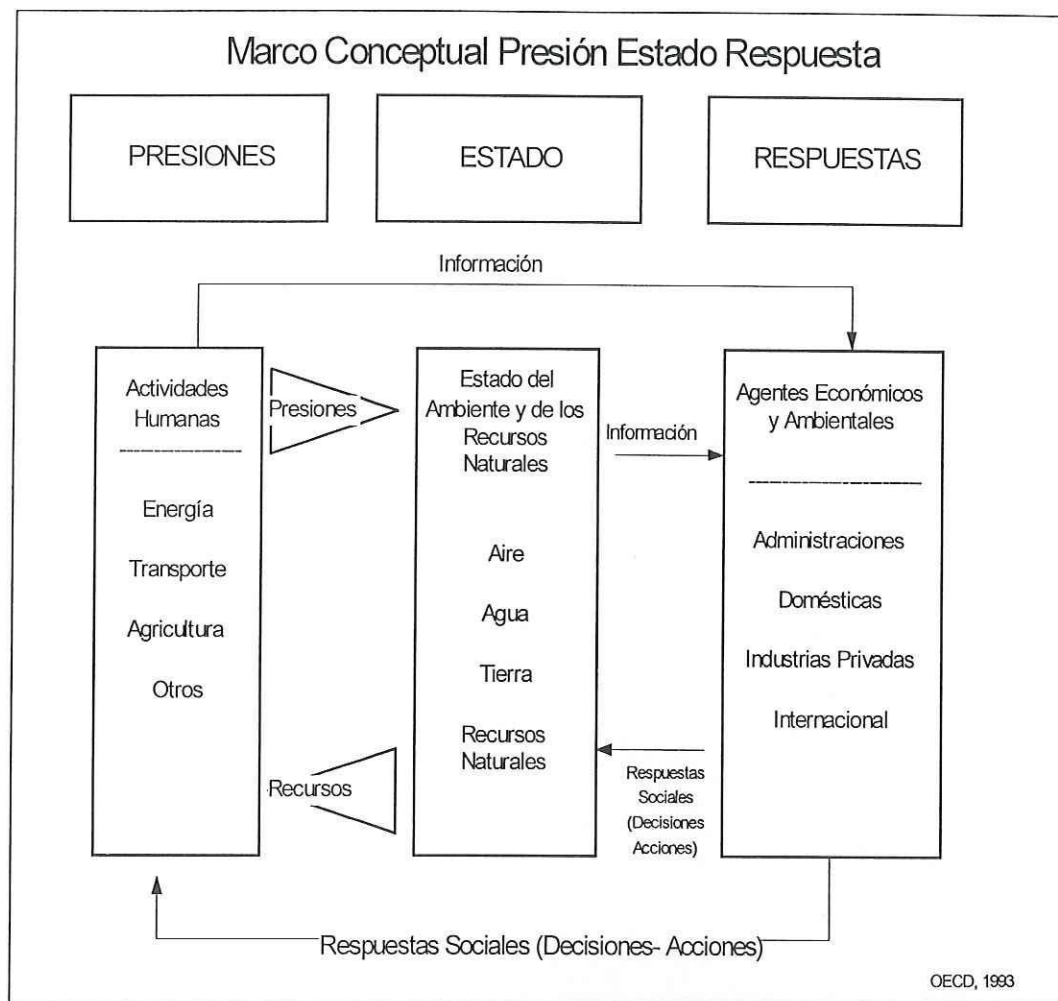


Figura 2. Marco Presión-Estado-Respuesta.

Es conveniente disponer de índices agregados que son básicamente la combinación de indicadores para proporcionar una imagen sinóptica del estado del medio o del grado de sustentabilidad. Esos índices pueden transmitir una imagen global del medio de manera que integren más fácilmente un conjunto de características que pueden expresarse por medio de diferentes indicadores (Cendrero-Uceda, 1997).

Ott (1978) describe un esquema general flexible para la clasificación del tipo y estructura de índices, que puede ser adaptado para múltiples aplicaciones, en su marco de trabajo, un indicador es: cualquier medida destinada a reducir una gran cantidad de datos, a su forma más sencilla. Más específicamente define un indicador, como una medida interpretativa de parámetros ambientales relevantes. El mismo autor usa también el termino índice para referirse a la interpretación sencilla o valor obtenido a partir de la combinación de dos o más indicadores a través de una función matemática de agregación.

Los sistemas humanos y el medio ambiente son dependientes uno del otro. Los riesgos hacia el medio ambiente son eventualmente reflejados en riesgos hacia los humanos, debido a su natural dependencia de los recursos naturales. A su vez el ambiente es susceptible a eventos naturales y a un apropiado manejo por parte del ser humano. Esto significa que los índices de vulnerabilidad deben incluir mediciones de los sistemas humanos y naturales y los riesgos que afectan a ambos (Kaly et al., 1999)

El desarrollo de un índice de Vulnerabilidad se justifica al ser necesario conocer el grado de vulnerabilidad de las zonas de estudio, este tipo de índices describen la vulnerabilidad de los sistemas humanos (economía, desarrollo, sistemas sociales) a riesgos tales como cambios de clima, condiciones económicas, elevación del nivel del mar, el fenómeno de El Niño, impactos antropogénicos y desastres naturales (Kaly, et al., 1999)

Para la revisión de los sistemas humanos, el ambiente, la relación entre estos y los factores que afectan a ambos es necesario el desarrollo de modelos de protección ambiental que garanticen un desarrollo sustentable.

Se entiende por conservación, el desarrollo de un conjunto de actividades encaminadas a la retención de los recursos naturales desde el punto de vista de sus atributos estructurales, es decir, organismos vegetales y animales que habitan la zona, así como sus atributos funcionales, mismos que abarcan un conjunto de procesos de alimentación, producción primaria y secundaria, reproducción y dispersión, crianza y refugio. En este caso los atributos estructurales de un área determinada se definen como al conjunto de organismos vegetales y animales que la habitan. Se expresa mediante la composición cuali y cuantitativa de la biota (cuales especies se encuentran, y su abundancia). Atributos funcionales se denominan al conjunto de procesos de alimentación, producción primaria y secundaria, reproducción y dispersión, crianza y refugio que ocurren en un área determinada. Es necesario, sobre cualquier otro factor, anteponer el de conservación cuando se trata de desarrollar económicamente, en cualquiera de sus rubros, una zona natural (Escofet, 1992a y b).

Una de las herramientas más útiles para la protección de los recursos naturales en general, y marinos en particular, es la creación y mantenimiento de áreas protegidas (Mcneely 1994, Heywood y Watson 1995). Se estima que menos del 1% de las costas del mundo están protegidas bajo alguna categoría de área protegida, gran parte de las cuales, además, son hábitats aislados, comparando con aproximadamente el 6 % de la superficie terrestre que presenta estatus de protección (WCMC, 1992).

Las áreas marinas protegidas (AMP) son áreas costeras u oceánicas diseñadas, reguladas y manejadas para conservar ecosistemas junto con sus funciones y recursos; van desde reservas pequeñas altamente protegidas que sostienen especies y mantienen los procesos naturales, hasta áreas de gran tamaño en las que se combinan la conservación con el uso y con diferentes actividades socioeconómicas (De Fontaubert *et al.*, 1996)

La gran mayoría de las AMP corresponden a zonas donde coinciden, de manera compatible, diferentes usos de los recursos; por ello, es recomendable que consideren la importancia de los usos sustentables tradicionales de las comunidades locales. Son importantes económicamente ya que pueden contribuir a la creación de trabajos y servicios (por ejemplo: turismo y recreación) y tienen un papel importante para el mantenimiento de pesquerías (Arriaga-Cabrera, *et al.*, 1998).

Pueden ser utilizadas para preservar sitios culturales y arqueológicos y para promover modelos a pequeña escala de manejo costero integrado (Kelleher y Kenchington, 1991). Las reservas marinas también son esenciales para poder medir el efecto de las actividades humanas sobre la biodiversidad y sobre la estabilidad de las comunidades, así como para el desarrollo de bases y pautas científicamente rigurosas para su protección y manejo (Arriaga-Cabrera, et al., 1998).

Las AMP bien planteadas pueden lograr más que la sola protección de hábitats críticos y especies en peligro; pueden, al proveer un marco de referencia para la aplicación de un manejo adecuado, establecer y mantener vínculos y retroalimentación entre ciencia y política (Arriaga-Cabrera, et al., 1998).

Las áreas marinas protegidas constituyen el instrumento toral en la conservación de la biodiversidad y de los bienes y servicios ecológicos. Representan la posibilidad de reconciliar la integridad de los ecosistemas, que no reconocen fronteras político-administrativas, con instituciones y mecanismos de manejo sólidamente fundamentados en nuestra legislación (SEMARNAP, 1996).

Las metas de la conservación en la zona costera deben ir más allá de la preservación de especies. Involucra el mantenimiento de sistemas costeros íntegros, con objeto de que conserven su estructura natural y funcional, así como el equilibrio entre el uso de los recursos y la protección de los mismos contra su degradación y destrucción.

Al lograr una clasificación de áreas con tendencias a conservación es posible generar un equilibrio en el uso de los recursos propuesto por el Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000 y la parte de Conservación que se encuentra señalada en el Programa Medio Ambiente 1995-2000, y el Programa de Áreas Naturales Protegidas de México 1995-2000.

La conservación requiere de una visión de tipo holística donde se tomen en cuenta no solo los factores biológicos de la zona, sino también los factores físicos y antrópicos tanto intrínsecos como extrínsecos, ya que estos tienen gran influencia en el medio, los indicadores ambientales en un marco PER nos proporcionan esta visión.

Para tener un panorama más amplio de la forma en que los indicadores pueden describirse y usarse, el marco conceptual de Ott(1978) con su estructura de índices puede ser combinado con el marco causal de Maclaren(1996) que refleja los sistemas o procesos de acercamiento al manejo de los problemas

ambientales. Esto es cada indicador simple, cada perfil o agregado de índices puede ser usado para describir particulares presiones, condiciones o respuestas. En adición los índices pueden desarrollarse para su inclusión en algún programa o modelo que nos hable de un caso en particular o de una condición buscada.

Con base en lo anterior, y a la no existencia de indicadores y modelos ambientales para designar área y niveles de conservación, se plantea generar en primera instancia una serie de indicadores apegados al Marco PER, que den una imagen del medio y sus capacidades para la conservación; en segundo lugar un Modelo Ecológico basándose en los conceptos de Ott(1978) de la combinación de los indicadores, para la elaboración de Índices y la unión de los mismos por medio de un Modelo Ecológico. Los indicadores y el Modelo Ecológico obtenido se aplican en un caso estudio, la zona aledaña al Estero de Punta Banda - Península de Punta Banda y valle de Maneadero.

ANTECEDENTES

La Planificación Ambiental surge específicamente para proteger y mejorar el ambiente que rodea a las sociedades y a los individuos y por ende la calidad de vida de los mismos; a diferencia de la planeación urbana y regional, la planificación ambiental se desarrolló sobre todo a partir de los años sesenta y, en general los enfoques de ambos procesos son diferentes. La planificación urbana y regional centra su atención sobre las comunidades, el uso del suelo, la economía regional y la infraestructura, a través de un proceso donde se establecen metas, planes y normas; mientras que la planificación ambiental al centrarse sobre el ambiente de la gente y sus comunidades y en los efectos de otras actividades de desarrollo, se basa fuertemente en el análisis descriptivo del medio y en métodos científicos (Slocombe, 1993).

La planificación ambiental para la zona costera se puede definir como: una actividad intelectual por medio de la cual se evalúan, con un enfoque sistémico, los atributos estructurales y funcionales de los ecosistemas costeros, incluyendo los atributos sociales, económicos y políticos, para establecer las formas de uso, su intensidad y amplitud, de modo que se oriente hacia un modelo de desarrollo sustentable (Gómez-Morin Fuentes, 1994).

La planificación ambiental en la zona costera pretende regular el grado de intervención humana en los ecosistemas y sus recursos, especificando el tipo, la intensidad y la tasa de desarrollo y conservación para una región en particular.

Para decidir que nivel e intensidad de uso del territorio o de desarrollo de una actividad son recomendables en una zona, se requiere conocer dos aspectos clave: qué es lo que hay (recursos naturales) y como funciona (procesos). El objetivo es el inventario y la valoración de los bienes y servicios ambientales. La realización de este proceso de planificación se concibe como uno de los mecanismos para resolver los conflictos ambientales que surgen de los cambios en la calidad ambiental, de los valores y perspectivas sociales diferentes sobre la calidad ambiental, y de los conflictos entre los diferentes sectores sociales (Bojórquez Tapia, 1993).

De acuerdo con Cendrero-Uceda (1989), la planificación ambiental en la zona costera debe reconocer las escalas a las cuales se aplica, particularmente cuando se plantea integrar el ámbito espacial con el social y económico, identificando tres niveles en el proceso de planificación: el macro, meso y micro.

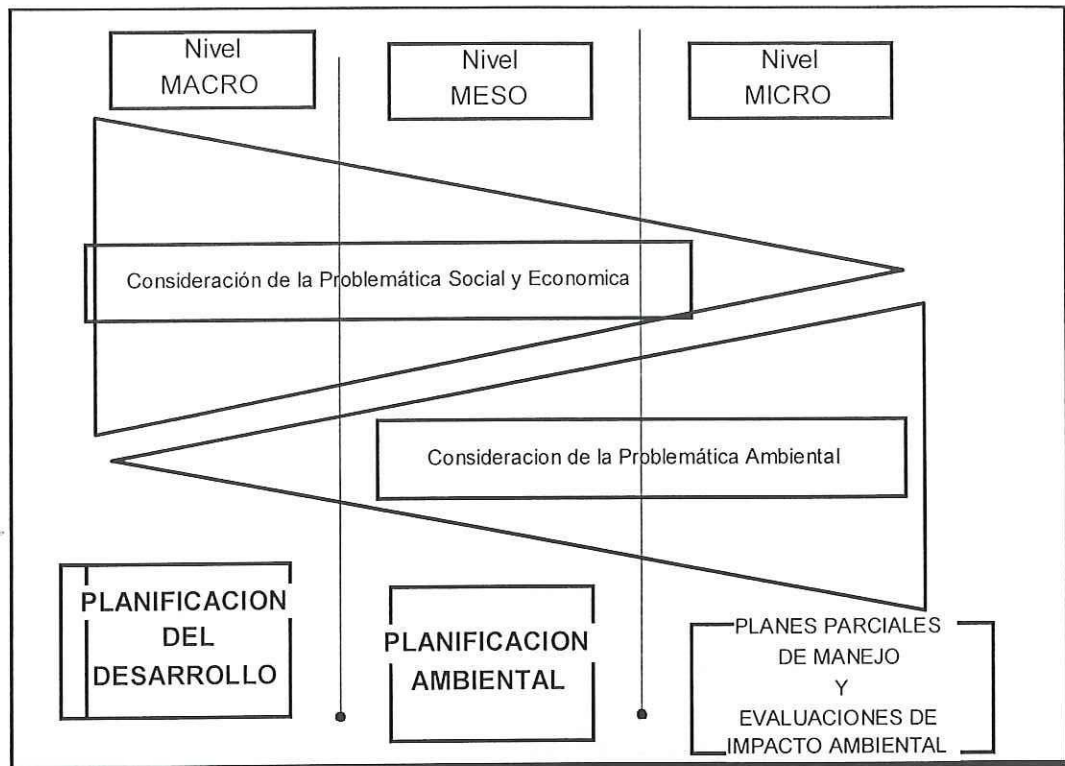
En el nivel macro, el propósito principal es definir la política de desarrollo, las áreas estratégicas donde se aplicará, y las líneas de acción generales para lograrlo; el producto que se obtiene en este nivel es el Plan Nacional de

Desarrollo, del cual se desprenden los Programas de Desarrollo Sectoriales. En este nivel es congruente que el énfasis se de sobre los problemas sociales, económicos y políticos y en el caso del medio ambiente, se reconoce la política nacional de conservación de ecosistemas y recursos naturales (Gómez-Morin Fuentes, 1994).

En el nivel meso, los análisis son más específicos. Los propósitos incluyen la definición de actividades sectoriales y la planificación ambiental, es decir, la determinación de la demanda social y la descripción, análisis y evaluación ambiental que se identifica como la caracterización de la oferta ambiental; en este nivel se ubica lo que es la planificación ambiental, y los ordenamientos ecológicos (Gómez-Morin Fuentes 1994).

En el nivel micro el proceso atiende al desarrollo de proyectos específicos y su localización espacial, así como a la evaluación de los impactos ambientales generados por los mismos (Planes Parciales de Manejo y Evaluaciones de Impacto Ambiental) (Gómez-Morin Fuentes 1994).

Conforme el nivel de planificación se hace más específico, el énfasis en los problemas ambientales es mayor, dado que a partir de los proyectos ejecutivos de las intervenciones humanas en el territorio, los impactos ambientales son fácilmente identificables e idealmente mitigables (Figura 3) (Gómez-Morin Fuentes, 1994).



*Figura 3. Niveles de Planificación y su correspondiente estrategia. Los triángulos señalan la importancia relativa de los problemas socioeconómicos y los ambientales.
Tomado de Gómez-Morin Fuentes 1994.*

En el ámbito regional, las experiencias en cuanto a manejo de la zona costera se han centrado en la planeación regional (Escala Meso), con el objetivo de evaluar la capacidad de uso del suelo, para determinar una política ambiental e intensidad de uso; teniéndose dos tipos de trabajos aquellos que son básicamente ejercicios de planificación y no han sido implementados y los que han sido desarrollados e instrumentados (en este segundo apartado entran los planes de la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo, el Ordenamiento estatal entre otros), destacan en esta zona: El Programa de Ordenamiento Ecológico para el Desarrollo de Urbano y Turístico de la Microregión La Bufadora - Estero de Punta Banda B.C., el Programa Regional de Desarrollo Urbano, Turístico y

Ecológico del Corredor Costero Tijuana – Ensenada, el Plan de Ordenamiento Ecológico de Baja California y el Programa de Manejo de Áreas Naturales Protegidas: Reserva de la Biósfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, Planificación Integral del Desarrollo Costero para el Corredor Bahía Kino-Guaymas en el estado de Sonora, entre otros (Bennett-Domínguez 1990; Martínez-Rocha, 1991; OEA 1992; DGE, 1994; Fermán-Almada J.L. 1994; Gómez-Morin-Fuentes, 1994; SAHOPE, 1994; SEMARNAP, 1995 y Cruz-Varela, 1997).

El caso de Baja California es de particular interés si se enmarca dentro del contexto poblacional; los municipios de Tijuana, Playas de Rosarito y Ensenada tienen concentrada a su población en la franja costera. Este hecho ha producido que en los últimos 15 años se incremente la demanda de espacio para una variedad de usos competitivos que a menudo resultan incompatibles, y al incremento en la explotación de los recursos costeros.

Como consecuencia de este desarrollo, en su mayoría desordenado, existen zonas donde se presentan problemas serios de degradación ambiental, como los reportados por Sañudo et al. (1985), y Encalada y Millán (1990) en sus estudios de contaminación de la Bahía de Todos Santos, así como los trabajos de Kramer y Migoya (1989) y COPLADEM (1990).

Un caso particular es el desarrollo observado en la zona del Estero de Punta Banda, laguna costera localizada 120 Km al sur de la frontera México-Estados Unidos, cercana a la ciudad de Ensenada B.C. El Estero de Punta Banda es considerado un recurso natural de alto valor en la región, la relevancia ecológica de la laguna ha sido ampliamente estudiada. Conflictos relativos al uso de suelo entre conservacionistas, desarrolladores y la población local han hecho que se promueva la creación de un plan de manejo costero para la región.

El área ha sido un foco de atracción turística nacional e internacional. Sin embargo, el interés por explotar su potencial ha dado origen a un desarrollo turístico disperso, sin planeación y que se refleja en el bajo impacto económico que esta actividad tiene para la región (OEA, 1992)

El primer ordenamiento para la zona y prácticamente el primero en el ámbito estatal es el desarrollado por la OEA (1992). En el cual se especificaron en primer lugar los criterios ecológicos y las políticas ambientales a partir de las cuales se promueve el desarrollo de las actividades turísticas y urbanas, tomando en cuenta la conservación de las áreas naturales.

A través del proceso metodológico de regionalización ecológica con 6 niveles jerárquicos, se delimitaron 26 unidades ambientales, que fueron evaluadas de acuerdo a su aptitud para las políticas ambientales de Aprovechamiento, Protección, Conservación con Aprovechamiento Pasivo y Conservación con Aprovechamiento Activo. Estas políticas permitieron adecuar las actividades a las características de la región. Planteándose así las estrategias a seguir para minimizar los conflictos existentes.

Indicadores Ambientales y la Planeación Ambiental.

La planeación depende del entendimiento de sistemas ecológicos complejos, el trabajo de los planificadores ambientales frecuentemente involucra la recolección e interpretación de grandes cantidades de datos. El problema de la interpretación, el hacer comprensible la información sin caer en la sobresimplificación, ha preocupado a los planificadores por décadas. Muchos analistas han trabajado en el desarrollo de indicadores estandarizados que sean simples y fáciles de entender para los tomadores de decisiones y el público en general, y al mismo tiempo retengan lo esencial de los procesos estocásticos de los sistemas naturales (Lindsey *et al.*, 1997)

De acuerdo con Hammond et al., (1995), no parece existir todavía un consenso sobre la teoría, definición y metodología para construir indicadores ambientales en el plano internacional. Una revisión de la literatura muestra que el uso de indicadores es específico en las políticas puestas en vigor en cada país. Sin embargo, se coincide sobre la necesidad de indicadores más generales para evaluar las consecuencias ambientales de acciones y proyectos de diversas escalas y para cuantificar el capital natural.

Con base en los trabajos de Ott (1978), y Maclaren (1996), Lindsey, *et al.*, (1997) desarrollan índices para evaluar las políticas de protección sobre una zona de extracción de agua en Indianapolis, E.U.A.. Los índices se enfocaron a las alternativas de manejo, los riesgos químicos, y dos subíndices asociados a este último, de toxicidad y movilidad. Siendo uno de los primeros trabajos en cuanto al uso de los indicadores ambientales en la planeación ambiental.

Otras experiencias internacionales son, las realizadas por Belnap (1998), que desarrolla Indicadores de la condición de los recursos naturales, aplicados en el Parque Nacional de Arches, Utah en E.U.A., y más recientemente Walz (2000) en Alemania, donde desarrollan un sistema de indicadores ambientales a nivel nacional, que cuenta con cerca de 140 indicadores basados en el marco PER; este sistema actualmente esta siendo implementando y probado.

En cuanto a indicadores de vulnerabilidad o índices de vulnerabilidad, la mayor parte de los estudios se han concentrado en riesgos hacia la economía humana y los sistemas sociales, y tan solo algunos describen los efectos hacia el ambiente. El trabajo más reciente es el de Kaly *et al.*, (1999) que se lleva a cabo en la Comisión de Geociencia Aplicada en el Pacífico Sur SOPAC (por sus siglas en ingles) en Fiji. Desarrollando un índice de vulnerabilidad ambiental a nivel nacional basándose en perfiles de riesgos y vulnerabilidad ambiental.

En el ámbito nacional el desarrollo de indicadores ambientales se dio en el Instituto Nacional de Ecología (INE) (1993), a partir del Taller Norteamericano de Información Ambiental; este taller tuvo como objetivo generar una base de información para el reporte del estado del ambiente a nivel de América del Norte.

Como producto de este taller se generó un documento conocido como Indicadores Ambientales para la Región Fronteriza 1997, en el marco del programa Frontera XXI entre México – Estados Unidos. En este documento se generaron una serie de indicadores ambientales y de gestión o desempeño siguiendo el modelo PER. Muchos de estos indicadores quedan en el nivel de propuesta y se consideran en progreso al faltar su elaboración o completar su diseño (SEMARNAP-EPA, 1997).

En un principio el establecimiento de indicadores fue motivado por compromisos internacionales para la generación de instrumentos comparables a nivel internacional. Después al tomarse consciencia de su utilidad como instrumento en la planeación y la gestión de políticas ambientales, se hizo necesario plantear una serie de indicadores a nivel nacional que estuvieran enfocados a la toma de decisiones al interior del país sin excluir el ámbito internacional (SEMARNAP, INE, 1997).

García-Gastélum (1999) integra el concepto de indicadores ambientales dentro del marco metodológico de la planificación ambiental (escala meso), tomando como caso de estudio el Valle de San Quintín Baja California, México. El autor generó una combinación entre indicadores y factor peso-valor para capacidades de uso en la zona, en los rubros de agricultura, atractivos turísticos, conservación y desarrollo urbano. En el ámbito de la conservación genero dos indicadores primarios de Presión y seis de Estado.

Ahumada-Cervantes (2000) desarrolla una serie de índices ecológicos para la evaluación y gestión ambiental dirigidos a la vegetación costera, los cuales califican la calidad y grado de perturbación. Selecciono como caso estudio la región de Punta Banda, en donde se aplicaron los índices para conocer la integridad ecológica de las comunidades vegetales a mesoescala.

Los estudios anteriores nos muestran que el uso de indicadores Ambientales en la Planeación Ambiental es relativamente nuevo tanto a nivel internacional como nacional; además, la búsqueda y conformación de sistemas de indicadores para la evaluación del medio ambiente es un proyecto a mediano plazo en todos los países. Para el uso de Modelos en los cuales se integren los indicadores y los índices para la evaluación posterior se tiene las bases desde Ott (1978), pero estos han sido poco explotados sobre todo al no contar con indicadores confiables y tampoco con las bases para la definición de estos, es hasta 1994 que la OCDE pone las bases, para que uniendo modelos, índices e indicadores se pueda desarrollar un trabajo como el presente.

Al generar un Modelo Ecológico de evaluación con base en indicadores ambientales, se pretende unir este a la metodología de la planeación ambiental, generando una herramienta más en el proceso de toma de decisiones y de evaluación ambiental.

OBJETIVOS:

General:

- Integrar un Modelo de Indicadores Ambientales para la definición de zonas con potencial de conservación en la Península de Punta Banda - Estero de Punta Banda y Zona Adyacente.

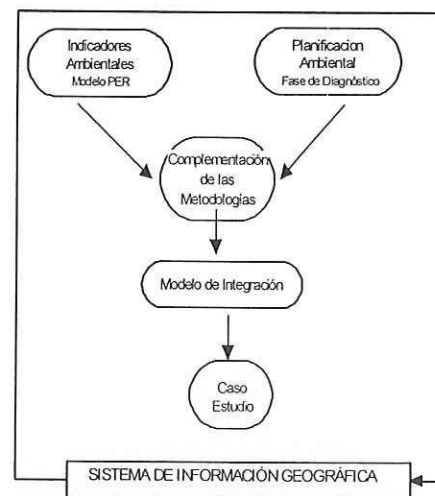
Específicos:

- Establecer los criterios para la asignación de áreas con potencial de conservación en la Zona Costera, a través del uso de Indicadores ambientales como parte del marco metodológico de la planificación ambiental.
- Generar un Modelo Ecológico de conservación a partir de indicadores ambientales
- Insertar el Modelo Ecológico de conservación en el marco metodológico de la planificación ambiental costera.
- Aplicar el Modelo Ecológico a un caso estudio en la región Península de Punta Banda - Estero de Punta Banda.
- Desarrollar el Modelo Ecológico ecológico de conservación a través de un Sistema de Información Geográfica para la región Península de Punta Banda - Estero de Punta Banda.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada es el resultado de modificaciones y adaptaciones a dos metodologías existentes: la de Planificación Ambiental y el Modelo de Indicadores Ambientales, apoyándose en los Sistemas de Información Geográfica (SIG) (figura 4) (García Gastélum, 1999)

Figura 4. Diagrama Metodológico para la Planificación Ambiental basado en García-Gastélum 1999



Planificación Ambiental

El proceso metodológico de la planificación ambiental de acuerdo con Gómez-Morin Fuentes (1994) consiste en cuatro fases: Organización, Diagnóstico, Propositiva y de Ejecución, este trabajo se sitúa en la de diagnóstico, que incluye la etapa Descriptiva que abarca la delimitación y descripción del área de estudio. La delimitación se lleva acabo fijando los límites del área de estudio con base en criterios políticos-administrativos (límites de centros de población y

municipios involucrados), y criterios ambientales (topográficos y oceanográficos principalmente). La descripción involucra la generación de bases de datos que sintetizan las características básicas de la zona de estudio. Y la etapa de Diagnóstico que contempla la valoración de los elementos del inventario la evaluación final de capacidad de uso.

Etapa Descriptiva

La descripción del área consiste en la recopilación de la información de las características del territorio que son relevantes para el proceso de planificación. Se levanta un inventario de la información disponible del medio físico, biótico y antrópico (Cendrero-Uceda, 1982).

El acopio e inventario de información es un procedimiento vital dentro del proceso de planificación, ya que la calidad de la información recabada en función de contenido y actualidad, se verá reflejada en los productos finales.

El inventario recoge y refleja la información necesaria y suficiente para describir el ambiente. Las variables a inventariar y el detalle de la información están condicionadas a la escala de trabajo, para este caso se empleó la meso escala lo que nos ubica en la zona media del diagrama propuesto por Gómez-Morin Fuentes en 1994 (figura 3). La información comprende dos tipos: a) bibliográfico como documentos oficiales de gobierno, planes y programas

además de documentos de investigación y b) cartográfico, donde se incluyen mapas temáticos, además de la consulta a fotografías aéreas e imágenes de satélite para actualizar la información (García Gastélum, 1999).

La caracterización e inventario se realiza a través de la técnica de la regionalización o zonificación (McHarg I, 1969; Cendrero-Uceda y Díaz de Terán, 1987). Este proceso implica el desarrollo de un sistema jerárquico de factores ambientales que permitan identificar o definir regiones o porciones del territorio denominadas unidades ambientales, que componen la superficie del planeta.

Gómez-Orea (1980) menciona que la unidad ambiental posee dos cualidades que le ofrecen una gran utilidad como elemento operativo de planificación, al presentar en toda la superficie la misma homogeneidad relativa y coherente con la escala de trabajo y factores utilizados para definirla, lo que resulta en que su capacidad de respuesta (en términos de impacto) o evolución ante un uso hipotético o real es la misma en todos sus puntos.

Las regionalizaciones que se consideran más claras en su expresión desde el punto de vista ecológico son las de carácter natural; en estas aparecen los distintos rasgos del relieve, clima, suelo, hidrografía, vegetación y demás recursos naturales. Así, las regiones naturales pueden desagregarse en áreas

en donde lo principal es la topografía, conformación geomorfológica, el clima o las cuencas hidrológicas (Bassols, 1987; Luccarelli, 1995).

En el caso de la zona costera, la regionalización presenta problemas particulares que no existen en regiones continentales. En primer lugar, la definición de las fronteras de la zona costera varía grandemente de un país a otro, de una región a otra e incluso de un autor a otro (Sorensen *et al.*, 1992); en segundo lugar, la variabilidad natural y la abundancia de recursos en la zona costera, introduce criterios adicionales que hacen de la regionalización costera un proceso más complicado (Gómez-Morin Fuentes y Fermán Almada, 1991)

Los sistemas de clasificación de unidades ambientales que se han desarrollado a la fecha varían dependiendo tanto de la escala como del número de factores ambientales que son considerados para definir las unidades; debido a la naturaleza dinámica y la variabilidad de los sistemas naturales tanto terrestre como naturales es difícil desarrollar un sistema de clasificación aplicable en cualquier lugar del mundo (Fermán Almada, 1994)

SEDUE (1988) publicó un manual donde se establece la metodología y las técnicas particulares de regionalización ecológica y evaluación de capacidad del territorio. Dentro de estas técnicas se considera la definición de unidades ambientales bajo una estructura de regionalización jerárquica que utiliza diferentes criterios o factores ambientales a distintas escalas.

La regionalización ecológica se sitúa en el nivel meso y consiste en 4 niveles jerárquicos, abarcando desde Ambiente hasta el de Unidad natural, considerando el sistema y subsistema (Tabla II). La secuencia del proceso de regionalización comienza por la delimitación del área costera sujeta al proceso de planificación: en este caso se utilizarán los límites ocupados en el Programa de Ordenamiento ecológico realizado para el área por OEA en 1992 que se basan tanto en criterios de tipo ambiental como de tipo administrativo (figura 5).

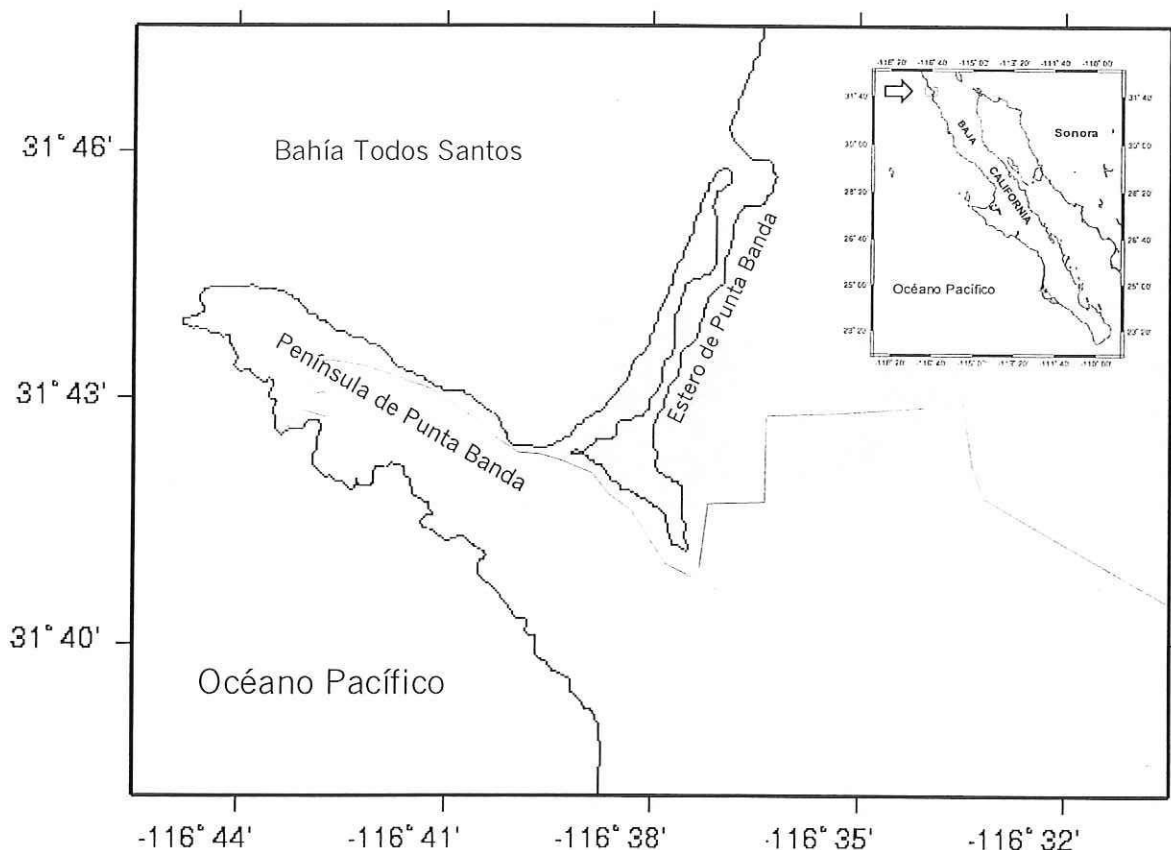


Figura 5. Zona de Estudio.

El nivel de sistema se ubica en las cuencas hidrológicas siendo este criterio presentado por SEDUE en 1988, en el subsistema se ubico la parte de geomorfología, al ser la característica de paisaje mas destacada, y en el nivel de unidad natural se utilizo el tipo de uso de suelo, para conocer el estado actual de la zona.

Todo esto se resume en la tabla II, que es el Sistema de Clasificación para la definición de unidades ambientales base de la Regionalización, este proceso de identificación se llevara a cabo con la ayuda de SIG, que se describirá posteriormente.

Tabla II. Sistema de Clasificación

AMBIENTE	SISTEMA	SUBSISTEMA	UNIDAD AMBIENTAL
Costero Terrestre	1.RH Ca Chapultepec RH Bg Valle Maneadero 2. Ladera Norte 3. Ladera Sur	1.Dunas 2.Meseta 3.Sierra Baja 4.Valle 5.Barra 6.Planicie Intermareal 7.Delta	1.Sin Uso Aparente 2.Agrícola de Riego 3.Agrícola de temporal 4.Urbano con servicios 5.Urbano sin servicios

Nota: los números corresponden a la clasificación que posteriormente permite identificar cada unidad

La parte final del proceso de regionalización es el inventario final, es decir la elaboración de una base de datos a partir de información cartográfica y no cartográfica disponible para cada una de las unidades ambientales obtenidas anteriormente. Esta base de datos, contiene la información base, para

posteriormente evaluar las unidades, desde la perspectiva de los indicadores ambientales.

Etapas de Diagnóstico (Indicadores Ambientales)

La Etapa de Diagnóstico, consiste en efectuar una calificación de las condiciones ambientales del territorio, mediante la interacción de las variables analizadas, particularmente de aquellas que puedan favorecer o desvirtuar el uso de suelo de acuerdo a la capacidad intrínseca del territorio.

Las escalas de análisis, temporales o espaciales, de diversos fenómenos pueden ser variables en función de los objetivos del estudio. A nivel espacial, la tipificación de unidades ambientales o regiones suele ser una forma de caracterizar grandes extensiones.

Indicadores Ambientales y Modelo Ecológico Propuesto.

Dentro del marco conceptual analizado anteriormente, se pueden proponer una serie de indicadores de presión, estado y respuesta que ayuden a medir en términos significativos diferentes componentes del estado del medio ambiente, al menos en lo referente a la determinación de tendencias. Los indicadores pueden agruparse en categorías que permitan establecer índices agregados (Cendrero-Uceda, 1997).

Sobre la base de los indicadores tipo PER para Desarrollo Sustentable en la Zona Costera propuestos por Cendrero-Uceda y Fischer (1997) se realizó una selección de los mismos dentro de los tres grupos para que el conjunto de indicadores elegidos, nos llevarán a la elección de zonas con potencial de conservación,

El potencial de Conservación para este trabajo se define como: la capacidad de generar actividades en un área determinada que permitan la retención de sus recursos naturales, y sus atributos estructurales y funcionales a perpetuidad.

Selección de los Indicadores Ambientales

Por parte de los indicadores de Presión (Tabla IV), se trabaja en torno a las presiones de tipo antrópico principalmente, y en menor grado a las causadas por la propia naturaleza, entre ellos, uso de suelo, densidad de asentamientos humanos, accesibilidad, servicios urbanos, erosión, tormentas, etc.

Los indicadores de Estado (tabla IV), nos proporcionaran información en dos rubros acerca del medio ambiente, los primeros cuatro parámetros (Geomorfología, Litología, Riesgos de Inundación y Tipo de suelo), serán los que nos den la estabilidad del medio ambiente hacia cambios tanto naturales como antrópicos, de acuerdo a sus características físicas. El resto de los

indicadores (Biodiversidad, calidad visual del paisaje, etc.), nos reflejan la calidad ambiental asociada con la diversidad de ecosistemas y de especies en la zona.

Los indicadores de respuesta los podemos dividir en dos, las respuestas por parte de la sociedad civil y las respuestas del gobierno en sus diferentes niveles, hacia la conservación o la planeación de la zona respectivamente.

Tabla III. Indicadores Ambientales seleccionados para la designación de zonas con potencial de conservación.

Presión	Estado	Respuesta
Uso de Suelo	Geomorfología	Normatividad
Asentamientos Humanos	Litología	Areas Naturales
Volumen de Descarga residual	Riesgos de Inundación	Plantas de Tratamiento de agua
Estructuras de Protección	Tipo de Suelo	Uso Restringido de Agroquímicos
Tormentas al año	Presencia de Agua subterránea	Programas de Protección de ONG's
Zonas de Interés Cultural o histórico	Especies con Estatus	Ordenamientos Ecológicos
Accesibilidad	Biodiversidad	Programas Sectoriales
Servicios Urbanos	Calidad Visual del Paisaje	
Pozos existentes	% de cobertura vegetal	

Valoración de los Indicadores

Los indicadores son valorados independientemente de las magnitudes en que se midan, se transforman en una escala adimensional o de calidad que mide en centésimas desde 0.01 a 1, en la cual el "0.01" representa la peor condición ambiental del indicador y el "1" la mejor.

Modelo Ecológico Propuesto

Los indicadores se integran a su vez, para la obtención de índices agregados que reflejan cualidades complejas del medio y que proporcionan criterios para evaluar la sustentabilidad de las políticas, planes y actuaciones que afecten al medio y a los recursos naturales (Cendrero-Uceda, 1997). Esto puede realizarse de diferentes maneras, como las propuestas por Cendrero-Uceda y Díaz de Terán (1987) y Cendrero-Uceda *et al.*, (1993). En este caso los índices agregados para cada selección de indicadores (presión, estado y respuesta), se obtuvieron tan solo por la suma aritmética de los valores de cada indicador.

Paralelamente se desarrollo un índice de Vulnerabilidad. Este índice describe la vulnerabilidad de los sistemas humanos y el medio en conjunto. En este caso la vulnerabilidad es un índice de tipo agregado, que se obtiene al sumar en forma aritmética los índices de presión y estado.

Estos índices Agregados y el índice de Vulnerabilidad se integran en un Modelo Ecológico propuesto para la Definición de áreas con Potencial de Conservación.

El modelo ecológico desarrollado se obtiene de la combinación de los índices de Presión, Estado y Respuesta y de Vulnerabilidad. Este Modelo Ecológico plantea la relación indirecta entre el Estado del ambiente y las Presiones intrínsecas y extrínsecas sobre de el, además de la Vulnerabilidad a que se asocian estos dos factores. Aunado a esto la Respuesta es directamente asociada al potencial final de conservación, ya que de no existir respuestas positivas sobre la zona, la conservación no se puede llevar a cabo. Todo esto se resume en el modelo ecológico planteado:

$$N_c = \left(\left(\frac{E}{P} \right) V \right) R$$
$$V = E + P$$

Donde: N_c = Índice del Nivel de Conservación por unidad ambiental.

E = Índice de Estado

P = Índice de Presión

V = Índice de Vulnerabilidad

R = Índice de Respuesta:

Los datos obtenidos quedan de tal manera que los valores con menor puntuación representan zonas impactadas o con características ambientales que generan un bajo potencial de conservación. Mientras que los valores altos indican un alto potencial de conservación.

Para que los intervalos de clase que representan capacidades de uso propuesto, tengan validez estadística y se puedan distinguir aquellos valores que se apartan de la media, los valores de capacidad total de las unidades ambientales se normalizan mediante el método estadístico no paramétrico de Ritveld 1980 (Nijkamp P., 1990)

$$B_j = (X_j - \min X_j) / (\max X_j - \min X_j)$$

Donde: B_j = valor del dato estandarizado

X_j = valor del dato a estandarizar

$\max X_j$ = valor máximo de los datos

$\min X_j$ = valor mínimo de los datos

Los valores de capacidad se transferirán a mapas de unidades ambientales, con lo que se obtendrá el mapa de capacidad para la conservación.

Con base en estos resultados se designaron los niveles de conservación aplicables a la evaluación de las unidades ambientales y los criterios ecológicos correspondientes. Los niveles de conservación son básicamente de cuatro tipos, dos con tendencia al aprovechamiento y dos a la conservación como se muestra a continuación:

Baja.- *En este nivel no existen elementos o atributos que favorezcan la conservación. Se puede promover la permanencia del uso actual del suelo y/o su cambio en la totalidad de la unidad ambiental donde se aplica. En este nivel se pretende mantener por un periodo indefinido la función y las capacidades de carga de los ecosistemas que contiene la unidad.*

Media.- *Nivel que promueve la aplicación de programas y actividades encaminadas a recuperar o minimizar, con o sin cambios en el uso del suelo, las afectaciones producidas por procesos de degradación en los sistemas incluidos dentro de las unidades ambientales. Por medio de esta política se trata de restablecer las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales en la unidad para posteriormente asignarla a otro nivel ambiental (Programas de restauración).*

Alta.- *Nivel encaminado a la permanencia de los ecosistemas nativos y su utilización, sin que esto implique cambios masivos en el uso del suelo en unidad ambiental donde se aplique. En este nivel se trata de mantener la forma y la función de los ecosistemas y al mismo tiempo utilizar los recursos existentes.*

Muy Alta.- *Nivel que promueve la permanencia de ecosistemas nativos que por sus atributos de biodiversidad, extensión o particularidad merezcan ser incluidos en sistemas de áreas naturales protegidas en el ámbito federal, estatal o municipal. La utilización de los recursos naturales deberá estar sujeta a la normativa definida en el Programa de Manejo que integre la administración del área protegida.*

SIG y su Aplicación al Modelo Ecológico

El SIG es una cadena de operaciones que tomamos de la planeación, la observación, la recopilación almacenamiento y análisis de datos cuya función es ayudar en la toma de decisiones con la información derivada (Seingier-Hourdin, 1999). Sobre la base de la información anterior (Bases de datos, Mapas temáticos, regionalización, y el Modelo Ecológico) se construye un Sistema de Información Geográfica (SIG) para la zona, en el cual se resalten las zonas de conservación o protección.

Una definición de SIG lo menciona como: un sistema compuesto de hardware, software, información geográfica y procedimientos específicos para soportar la captura, el análisis, el modelado y el desplegado de datos espacialmente referenciados, para la solución de los problemas complejos del manejo y planteamiento territorial (Clarke, 1997)

Basándose en la tabla jerárquica de regionalización se genera el sistema de clasificación a partir del cual se obtendrá el mosaico de unidades ambientales. En la tabla III se sintetizan los mapas y coberturas obtenidas y los resultados finales.

Tabla IV. Secuencia de clasificación para la regionalización.

TEMA	COBERTURA
Topográfico + Hidrología Superficial	I
I+ Fisiografía	II
II+ Vegetación	III
III +Uso del Suelo	IV
IV +Foto Aérea	V = Unidades Ambientales

La elaboración de coberturas, se llevo a cabo a partir de los mapas temáticos del INEGI (Mapa Topográfico, e Hidrología Superficial). La digitalización de estos mapas a vectores se realizo por medio del programa AutoCAD13. Para confirmar limites de áreas y cambios recientes no registrados en los mapas, y elaborar la capa correspondiente a Fisiografía, cobertura vegetal, y uso de suelo en la zona de estudio se reviso la fotografía aérea de INEGI, 1993 y de satélite (LANDSAT 1999). Las coberturas anteriores se sobrepusieron para la obtención de las unidades ambientales, posteriormente se transformaron a formato ArcInfo por medio del programa ArcCAD, para su posterior uso y visualización en el programa ArcView.

Los objetivos del SIG fueron principalmente dos: la automatización del proceso de regionalización y evaluación ambiental (aplicación del Modelo Ecológico), así como la construcción de una herramienta para el seguimiento y la reevaluación del proceso de planificación ambiental.

ZONA DE ESTUDIO

Descripción del Ambiente Físico

Baja California se encuentra situada en la Provincia Costera Californiana, que abarca en sí toda la península. Posee un clima semicálido, semiárido, desértico, tipo mediterráneo, seco y cálido en verano, frío y húmedo en invierno; con una evaporación media anual de 1400 a 2500 mm y una precipitación entre 50 y 100 mm de media anual (Arriaga-Cabrera, *et al.*, 1998)

El Estado de Baja California, posee un área de 70,103 Km² y 1380 Km de línea de costa distribuidos entre el Océano Pacífico y el Golfo de California. Posee tan solo cuatro sistemas lagunares costeros, tres en el Pacífico (Estero de Punta Banda, Laguna Mormona y Bahía San Quintín) y una en el Golfo (laguna Percebú).

El área de estudio del Estero de Punta Banda - Península de Punta Banda, colinda al norte, con el límite de propiedad del Ejido Nacionalista, al oeste, con los 116°43' 0, al sur y al este, con el límite del Centro de Población de Ensenada. La zona abarca un área aproximada de 207.6 km². Para fines prácticos, las coordenadas geográficas extremas son 31°30' y 31°47' Lat. N y los 116°32' - 116°45' Long. 0. El área de estudio está incluida dentro del centro de población de Ensenada (figura 5).

En cuanto a geomorfología, el 70 % de la superficie tiene elevaciones entre los 0 y los 200 m; el 30 % restante corresponde a tierras altas con alturas de hasta 600 m. Las tierras bajas forman un valle aluvial, abanicos aluviales y depósitos de pie de monte. Las tierras altas están constituidas por los escarpes montañosos de Punta Banda. Estos últimos son resultados de procesos de intrusión ígnea, falseamiento y metamorfismo, de edad cretácica constituidos principalmente por montañas de granito, granodiorita y tonalita (INEGI 1989a).

En la descripción geológica se tiene que en la zona existen rocas ígneas y sedimentarias de edades que varían desde el Cretácico Inferior hasta el Cuaternario. En la Península de Punta Banda las rocas son de tipo ígneo, y pertenecen a la Formación Alisitos. Las rocas sedimentarias más antiguas pertenecen a la formación del Rosario del Cretácico Superior con una edad de 65 millones de años y están constituidas principalmente por areniscas con abundantes fósiles de Rudistas, únicas en la región (INEGI, 1989b).

Presenta como rasgo geológico relevante la Falla de Agua Blanca, la cual tiene un desplazamiento de rumbo Este-Oeste y es la estructura geológica más grande de la Península de Baja California. Debido a la presencia de esta falla y, a las fallas menores asociadas esta zona es de alto riesgo sísmico y de desplazamientos (INEGI, 1989b).

Los suelos existentes en la zona son: Regosoles Eutricos y Litosoles de textura media con profundidades de aproximadamente un metro, Litosol + Regosol ($I+Re+Hh/2$), Regosol Eutrico + Litosol ($Re + I/2$), Regosol Eutrico fase litica ($Re/1$), Solonchak Ortico fase sódica (Zo), Fluvisol Eutrico ($Je/1$), Xenosol Háptico ($Xh/2$) (INEGI, 1982).

El área de estudio presenta una heterogeneidad espacial característica de las zonas costeras con intervención humana. La heterogeneidad espacial propicia la existencia de flora y fauna diversas. Además, una fuente de variación temporal son las aves migratorias de la Corriente del Pacífico (OEA 1992). La región fue dividida por la OEA (1992), para fines de Ordenamiento Territorial, a través del proceso de regionalización a nivel subsistemas; identificando tres grandes áreas:

1.- Península de Punta Banda.- Macizo continental de orientación Este-Oeste que se localiza en el extremo suroeste de la región. Predomina el paisaje terrestre, bordeado por acantilados. Las construcciones son escasas, de tipo residencial y turístico de pequeña escala.

2.- Estero de Punta Banda.- Cuerpo lagunar de orientación norte-sur en el extremo noroeste de la región. Predomina el paisaje acuático. Las construcciones son extensas y continuas sobre la barra, pero más espaciadas en el resto del perímetro de la laguna.

3.- Zona Agrícola.- Campos de cultivo localizados sobre el sureste de la región. Predomina el paisaje terrestre modificado, de tipo agrícola y con construcciones de tipo urbano-rural.

Descripción del Ambiente Socioeconómico.

Las actividades del ambiente socioeconómico en la zona son básicamente la agricultura y el turismo, y en menor grado el comercio.

El área de estudio incluye a los poblados de Maneadero, Punta Banda, La Bufadora Ejido Coronel Esteban Cantú, y la zona residencial ubicada en la barra arenosa del Estero de Punta Banda. Además, existe una serie de asentamientos dispersos a lo largo de la carretera estatal Maneadero-La Bufadora (INEGI 1990).

Maneadero es el poblado más importante de la zona y tiene como vía de acceso la carretera Transpeninsular, presenta tanto asentamientos permanentes como migratorios, con déficit de servicios y salud pública (Leyva-Aguilera, *et al.*, 1997). Este poblado concentra el 4.2 % de la población del municipio de Ensenada (INEGI, 1990). La zona de Maneadero, no cuenta con agua potable, ni drenaje. Las áreas de la Península y Estero de Punta Banda,

poseen fosas sépticas y obtienen agua potable a través de pipas, cisternas o norias. Existe el servicio de energía eléctrica y teléfono (Leyva-Aguilera, *et al*, 1997)

La agricultura se desarrolla principalmente en el Valle de Maneadero. Esta zona esta conformada por el Ejido Nacionalista Sánchez Taboada y en menor proporción por pequeños propietarios. En esta zona la producción agrícola se basa en cultivos parcelarios pequeños. Los principales cultivos que se sembraron en el ciclo 1997-98, fueron apio, cebada, cebollín, chícharo, cilantro y rapini (ciclo otoño-invierno); apio, betabel, cebollín, chile, leek, jitomate, y tomatillo (ciclo primavera-verano), y como cultivos perennes alfalfa y olivo (SAGAR, 1999).

Esta actividad ha generado impactos primarios y secundarios, asociados principalmente al suministro de insumos; contaminación por el uso de agroquímicos que son llevados por arrastre al cuerpo de agua y sobrexplotación y contaminación de los mantos friáticos de esta zona por intrusión salina.

En el renglón de turismo, Arámburo-Vizacarra (1993), menciona que la Península de Punta Banda esta hecha para este tipo de desarrollo, al contar la zona con playas, el Estero de Punta Banda y el géiser marino La Bufadora. Sin embargo Leyva-Aguilera y colaboradores (1997), mencionan que las

actividades derivadas del turismo que se realizan en el área terrestre como en el cuerpo de agua, generan impactos directos contra el hábitat, la flora y la fauna.

El rubro comercial en el área se divide en: a) fijo, establecido en La Bufadora y Maneadero; b) semifijo, localizado a lo largo de la carretera estatal, y c) ambulante, presente en la mayor parte de la región (Ahumada-Cervantes, 2000). La actividad comercial se encuentra mejor representada en el centro urbano de Maneadero, a lo largo de la carretera Transpeninsular, creando con ello problemas de tráfico. En la zona de La Bufadora, existe una serie de locales comerciales dedicados a la venta de artesanías y comida (Ayuntamiento de Ensenada y Gobierno del Estado de Baja California, 1995).

RESULTADOS

Regionalización

Para la realización de la regionalización se elaboraron tres coberturas base como parte del SIG, las cuales corresponden a los mapas temáticos de regiones hidrológicas, la geomorfología y los usos actuales del suelo (figuras 6,7 y 8).

Del proceso de regionalización llevado a cabo a través de la superposición de mapas con un sistema de información geográfica se obtuvieron un total de 64 unidades ambientales homogéneas con un área promedio de 266 hectáreas. Las cuales representan las zonas urbana, agrícola, y natural (figura 9)

Durante la elaboración de esta regionalización, se consideraron algunos corredores entre las zonas agrícolas o urbanas y las zonas naturales, considerando que son zonas de transición.

Las unidades ambientales se resumen en la tabla V, en la cual establece, el número de unidad, su *clave* asignada en base a sus características de regionalización, *uso actual* obtenido a partir del tipo de vegetación existente en la zona, *rasgos fisiográficos* basado en la geomorfología y comparación de fotografía aérea y *cuenca hidrológica* procedente de las cartas de INEGI, que presenta cada unidad

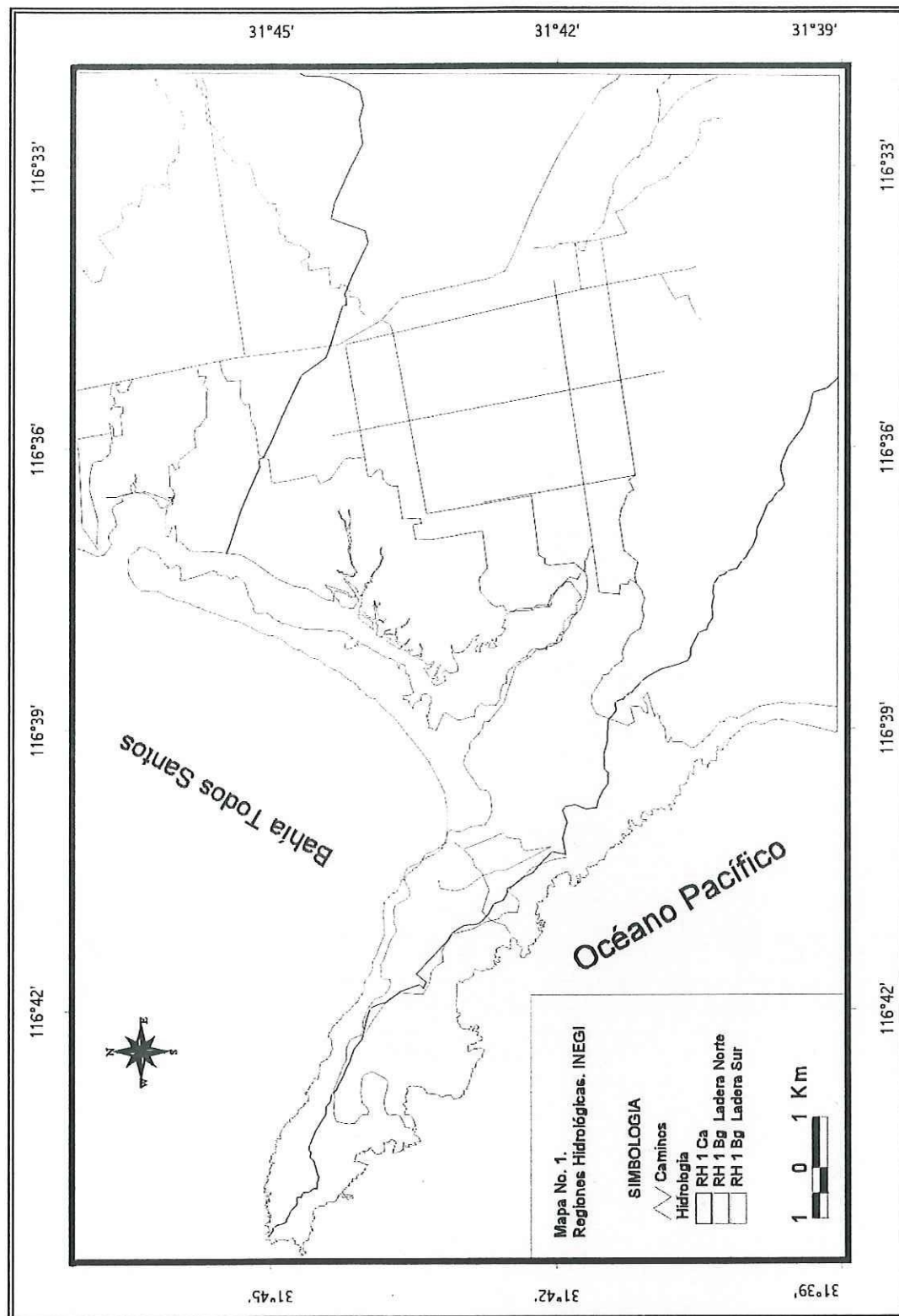


Figura 6. Mapa 1. Regiones Hidrológicas

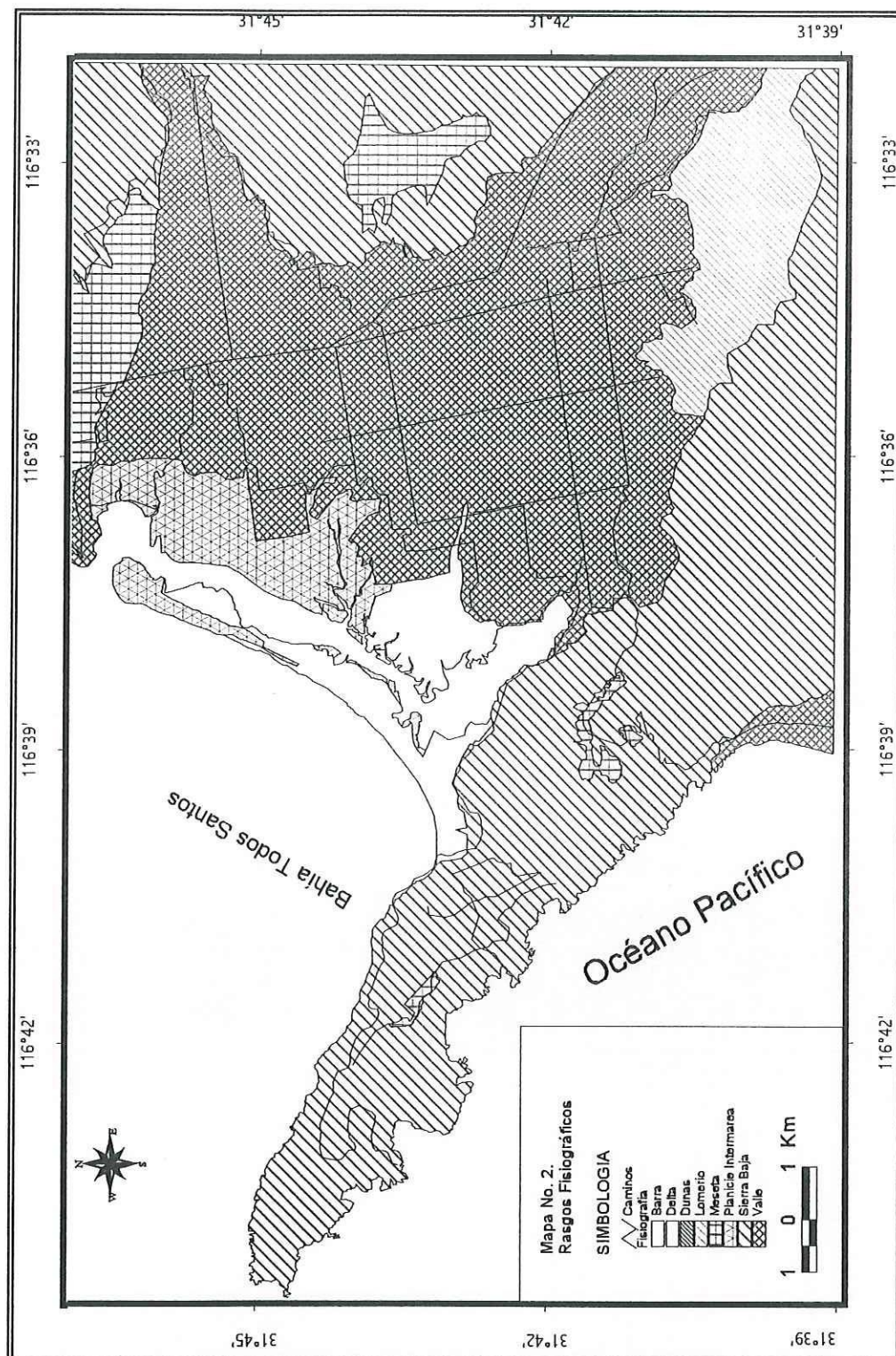


Figura 7. Mapa 2. Geomorfología

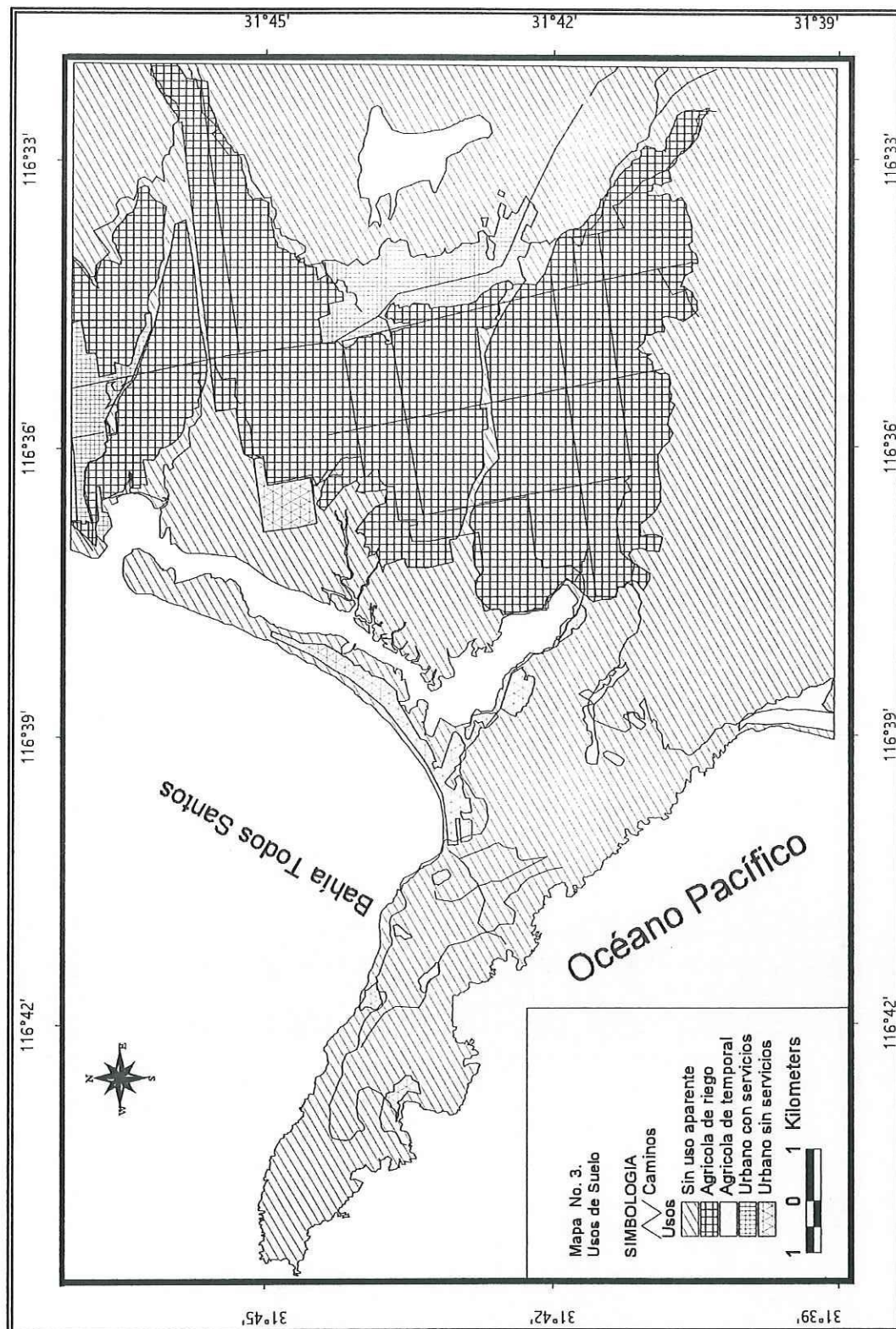


Figura 8. Mapa 3. Usos de Suelo.

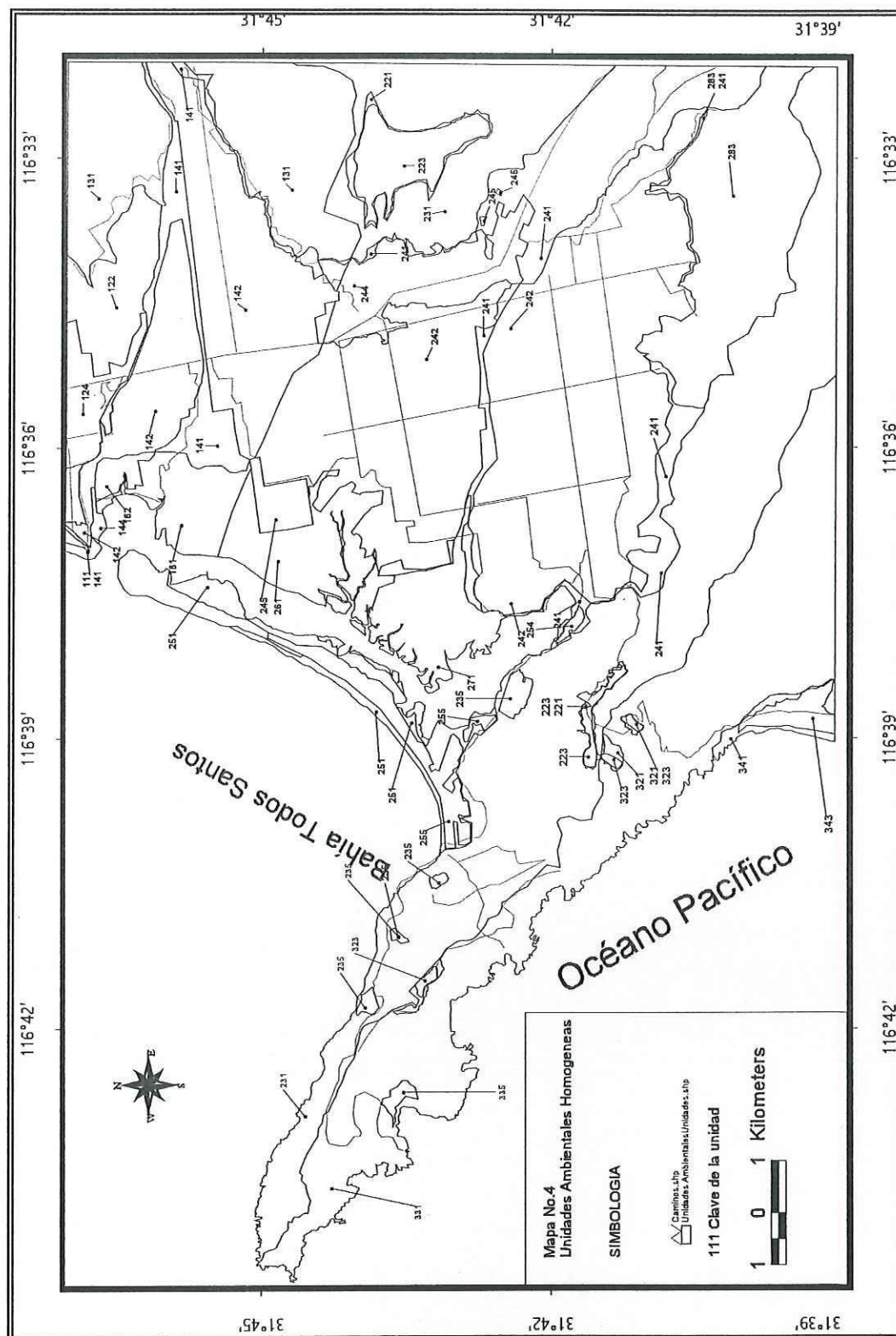


Figura 9. Mapa 4. Unidades Ambientales

Tabla V. Unidades resultantes de la regionalización, se incluye la clave de unidad, cuenca hidrográfica rasgo fisiográfico, uso actual.

No. de unidad	Clave	Cuenca Hidrológica	Rasgo Fisiográfico	Uso actual
1	111	RH 1 Ca	Dunas	Recreativo y área natural
2	141	RH 1 Ca	Playa	Turístico recreativo
3	142	RH 1 Ca	Valle	Agricultura
4	144	RH 1 Ca	Valle	Urbano con servicios
5	124	RH 1 Ca	Meseta	Urbano con servicios
6	122	RH 1 Ca	Meseta	Agricultura
7	131	RH 1 Ca	Sierra Baja	Area natural
8	144	RH 1 Ca	Valle-playa	Urbano con servicios
9	162	RH 1 Ca	Zona Intermareal	Agricultura
10	161	RH 1 Ca	Zona Intermareal	Area natural
11	141	RH 1 Ca	Valle-Cañada	Area natural
12	251	RH 1 Bg	Dunas	Area natural
13	142	RH 1 Ca	Valle	Agricultura
14	251	RH 1 Bg	Barra	Area natural
15	141	RH 1 Ca	Valle	Area natural
16	131	RH 1 Ca	Sierra Baja	Area natural
17	261	RH 1 Bg	Zona Intermareal	Area natural
18	251	RH 1 Bg	Barra	Turístico recreativo
19	245	RH 1 Bg	Valle	Urbano sin servicios
20	242	RH 1 Bg	Valle	Agricultura
21	231	RH 1 Bg	Sierra Baja	Area natural
22	331	RH 1 Bg	Sierra Baja	Area natural
23	255	RH 1 Bg	Barra	Turístico, urbano
24	231	RH 1 Bg	Sierra Baja	Area natural
25	144	RH 1 Ca	Valle	Urbano con servicios
26	144	RH 1 Ca	Valle	Urbano con servicios
27	141	RH 1 Ca	Pie de monte	Area Natural
28	261	RH 1 Bg	Barra	Area natural
29	244	RH 1 Bg	Valle	Urbano con servicios
30	261	RH 1 Bg	Zona Intermareal	Area natural
31	221	RH 1 Bg	Meseta	Agricultura
32	241	RH 1 Bg	Pie de monte	Agricultura
33	261	RH 1 Bg	Zona Intermareal	Area natural
34	261	RH 1 Bg	Zona Intermareal	Area natural
35	223	RH 1 Bg	Meseta	Agricultura
36	235	RH 1 Bg	Sierra Baja	Urbano sin servicios
37	271	RH 1 Bg	Delta	Area natural

Tabla V. Continuación.

No. de unidad	Clave	Cuenca Hidrológica	Rasgo Fisiográfico	Uso actual
38	241	RH 1 Bg	Valle	Area natural
39	335	RH 1 Bg	Sierra Baja	Urbano sin servicios
40	235	RH 1 Bg	Sierra Baja	Urbano sin servicios
41	321	RH 1 Bg	Meseta	Area natural
42	261	RH 1 Bg	Zona Intermareal	Area natural
43	323	RH 1 Bg	Meseta	Agricultura
44	235	RH 1 Bg	Sierra Baja	Urbano sin servicios
45	241	RH 1 Bg	Cañada-arroyo	Area natural
46	255	RH 1 Bg	Base barra	Urbano sin servicios
47	242	RH 1 Bg	Valle	Agricultura
48	241	RH 1 Bg	Valle	Ganadería Area natural
49	245	RH 1 Bg	Valle	Urbano sin servicios
50	241	RH 1 Bg	Cañada-arroyo	Area natural
51	245	RH 1 Bg	Valle	Urbano sin servicios
52	235	RH 1 Bg	Sierra Baja	Urbano sin servicios
53	241	RH 1 Bg	Valle	Area natural
54	254	RH 1 Bg	Valle	Urbano sin servicios
55	223	RH 1 Bg	Meseta	Agricultura
56	221	RH 1 Bg	Meseta	Sin uso aparente
57	321	RH 1 Bg	Meseta	Area natural
58	323	RH 1 Bg	Meseta	Agricultura
59	321	RH 1 Bg	Meseta	Area natural
60	323	RH 1 Bg	Meseta	Agricultura
61	283	RH 1 Bg	Lomerio	Area natural
62	241	RH 1 Bg	Valle	Area natural
63	341	RH 1 Bg	Valle	Area natural
64	343	RH 1 Bg	Valle	Agricultura

Aunado a la información procedente de los mapas temáticos se generó una base de datos, la cual es producto de recopilación de información procedente del campo y de la cartografía; esta se asocia al SIG, para tener acceso directo vía computadora y automatizar los procesos relacionados. La información se

agrupa en datos básicos de la unidad ambiental (hidrología, vegetación, usos de suelo) e información procedente de los indicadores ambientales.

Indicadores Ambientales

Selección de Indicadores Ambientales

La elección de los indicadores se llevó a cabo, bajo la instancia de que cada uno de ellos se basa en datos de fácil obtención y de los cuales existe información actualizada y sistematizada. Además la elección se refirió al análisis llevado a cabo por García Gastélum en 1999 en el cual hizo una selección de criterios y parámetros que los cumplieran para ser Indicadores Ambientales funcionales. Los indicadores elegidos se considera que cumplen en su totalidad con los criterios técnicos de OCDE (Tabla I),

En lo concerniente a la selección de indicadores ambientales de tipo PER, después de una búsqueda bibliográfica y consulta de bases de datos para corroborar la información proveniente de cada parámetro, se seleccionaron un total de nueve indicadores de presión, nueve de estado, y siete de respuesta. Las definiciones del indicador, que estima cada parámetro, y justificación de cada indicador se sintetizan en las tablas VI, VII, y VIII.

En el caso de los indicadores de Presión, nos dan una visión tanto de las presiones de tipo antrópico (carreteras, contaminación, aprovechamiento de recursos) como de los riesgos naturales que ocurren en la zona (erosión natural, tormentas), afectando directamente a la parte antrópica del medio.

Por el lado de los indicadores de Estado se clasificaron en dos grupos, los que nos dan una visión de la fragilidad del medio al enfrentar cambios en su composición o como respuesta a fenómenos naturales o provocados por el hombre. El segundo grupo nos habla del estado físico-biológico del medio.

Los indicadores de Respuesta están basados en las acciones de tipo administrativo legal encauzadas a la conservación principalmente por parte de las autoridades, además de las resultantes de la acción civil de grupos ecologistas o sectores de la sociedad como pueden ser turístico, industrial u otros.

Valoración de los Indicadores Ambientales

Cada indicador ambiental posee un rango de valores de tipo centesimal que va que va desde 0.01 hasta 1.00. Los criterios e intervalos que se evaluaron de cada parámetro se plasman en las tablas IX, X, y XI.

Tabla VI. INDICADORES DE PRESIÓN.

INDICADOR	DEFINICIÓN	QUE SE ESTIMA O INDICA	JUSTIFICACIÓN
Uso de Suelo en la Unidad	Es el tipo de aprovechamiento o actividad que se realiza en esta unidad	Actividad asociada al uso del suelo en la unidad	Da pie a los posibles usos alternos y/o cambios en los actuales. Además de las presiones por los usos existentes
Densidad de Asentamientos Humanos en la Unidad	La cantidad de habitantes del asentamiento	La existencia y el tamaño del asentamiento en las unidades ambientales.	Presión directa sobre el medio
Volumen de Descarga residual en la Unidad	Cantidad de aguas negras emitidas hacia la zona,	El volumen por unidad, y la cercanía en caso de no encontrarse dentro de esta.	Presiones Indirectas sobre el medio
Estructuras de Protección en la Unidad	Obras de origen humano para la protección de la costa contra erosión o contra deslaves en el caso de los cerros.	La existencia y eficacia de obras de protección, en la unidad	Cambios en las unidades que podrán causar daños significativos sobre la estructura de la unidad. Se observan la protección hacia las presiones naturales
Tormentas en la Unidad al año	No. de eventos de importancia que puedan causar daños al medio.	No de tormentas al año	Presiones naturales sobre el medio
Zonas de Interés Cultural o histórico en la Unidad	Lugares u objetos, de carácter único o excepcional interés estético, valor histórico, cultural o científico de importancia nacional, estatal o local	La atención de la sociedad sobre la zona, en forma cultural.	Si hay interés, la posibilidad de conservación es mayor
Accesibilidad a la Unidad	Que tan comunicada esta la unidad ambiental o que tan cercana se encuentra de las vías de comunicación	La existencia de carreteras o vías de comunicación que lleguen o pasen cerca de la unidad ambiental	Permiten la entrada de mayores presiones a la unidad
Servicios Urbanos en la Unidad	Las actividades operativas públicas prestadas directamente por la autoridad competente o concesionadas para satisfacer necesidades colectivas en los centros de población.	Que tan equipada esta la zona y que tan eficientes son estos servicios Grado de equipamiento	Al conocer el nivel de los servicios existentes, se puede establecer en buena medida, cuales serán las presiones sobre el medio
Pozos existentes en la Unidad	Numero de pozos o norias por unidad ambiental	Número de pozos o norias	Estimar la carga al acuífero, por la explotación para consumo humano.

Tabla VII. INDICADORES DE ESTADO

INDICADOR	DEFINICIÓN	QUE SE ESTIMA O INDICA	JUSTIFICACIÓN
Geomorfología de la Unidad	Formación geográfica de la superficie terrestre	Superficie y asociación con declive, formaciones geográficas	Los cuatro primeros indicadores nos dan una visión de la estabilidad del medio ambiente así como su fragilidad a cambios que puedan provocar alteraciones graves al medio.
Litología de la Unidad	Tipo de roca base de la zona ambiental	Base de cimiento de la unidad, para posibles usos	
Riesgos de Inundación de la Unidad	Factibilidad o posibles problemas durante una inundación	La pendiente, ubicación y morfología de la unidad, además de su cercanía con cauces o el mar	
Tipo de Suelo de la Unidad	Los diferentes tipos y asociaciones de suelos con que cuenta la unidad	Las características del suelo y su posible aplicación para un uso diferente al actual.	
Presencia de Agua subterránea en la Unidad	Existencia de mantos acuíferos en la zona con posibilidad de explotación	Existencia de mantos subterráneos	El resto de los indicadores nos hablan del estado ambiental de la zona, considerando la parte biótica, y física del medio ambiente. Además de considerar la calidad del paisaje. Para así tener una idea de la Calidad del medio y su complejidad.
Especies con Estatus de la Unidad	Presencia de especies catalogadas como amenazadas, con peligro de extinción o similares.	Existencia de especies de alta prioridad, para cuidado o protección	
Biodiversidad de la Unidad	Parámetro ecológico que refleja el número de tipos distintos de especies animales y vegetales presentes en un área determinada.	La alta o baja biodiversidad de la zona asociada esta a la calidad del área de estudio.	
Calidad Visual del Paisaje en la Unidad	Paisaje: Elementos físicos y bióticos que en su conjunto constituyen un elemento visual.	La belleza paisajística y su conservación	
% de cobertura vegetal natural de la Unidad	Cantidad cubierta del área de estudio por flora nativa y su calidad	Nos habla del estado de la vegetación, y su salud actual.	

TABLA VIII. INDICADORES DE RESPUESTA

INDICADOR	DEFINICIÓN	QUE SE ESTIMA O INDICA	JUSTIFICACIÓN
Normatividad sobre la Unidad	Conjunto de reglas o normas sobre el manejo y la conservación en la zona, pudiendo ser de nivel federal, estatal o municipal.	Nivel de la normatividad que existe sobre la zona (municipal, estatal o federal)	La existencia de normas o leyes por interés en la conservación por parte de las autoridades
Áreas Naturales en la Unidad	Áreas que permanecen relativamente sin modificación por el hombre, por lo que conservan su estado natural y proveen una gran cantidad de beneficios, ya que mantienen la biodiversidad y los procesos ecológicos, así como otros beneficios de carácter consuntivo y no consuntivo.	La existencia de áreas naturales ya decretadas anteriormente	
Plantas de Tratamiento de agua cercanas o en la Unidad	Proceso a que se someten las aguas residuales, con el objeto de disminuir o eliminar los contaminantes que se le hayan incorporado.	La existencia y el nivel de tratamiento aplicado a las descargas	El cuidado del medio a través de la prevención de la contaminación química u orgánica.
Uso Restringido de Agroquímicos en la Unidad en la Unidad	El cuidado en la aplicación y dosificación de las sustancias químicas que se aplican en los cultivos para fertilizar el suelo o combatir plagas, y en el ganado para combatir parásitos.	Las normas de uso y sus restricciones sobre estos productos	
Programas de Protección de ONG's para la Unidad	Programas de protección, por parte de organizaciones civiles sobre aquellas zonas en las que los ambientes originales no han sido alterados.	Que las ONG's se interesen en la zona y el nivel de sus programas	Interés de la sociedad civil por el medio ambiente.
Ordenamientos Ecológicos para la Unidad	Proceso de planeación dirigido a evaluar y programar el uso de y el manejo de los recursos naturales en el territorio, para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente.	La existencia de planes de manejo existentes para la zona.	La existencia de normas o leyes por interés en la conservación por parte de las autoridades
Programas Sectoriales aplicables a la Unidad	Obras y actividades encaminadas a salvaguardar el medio por parte de sectores como turismo o industrial	El interés de los diferentes sectores sobre la conservación de la zona	Interés de otros sectores económicos a la conservación del medio ambiente

Tabla IX. Criterios e Intervalos de valoración de los indicadores de Presión

INDICADORES	MUY BAJA	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
	0.01	0.25	0.50	0.75	1.00
Uso de Suelo	Zonas Naturales	Turismo	Agricultura de riego	Agricultura de temporal	Urbano
Densidad de asentamientos humanos	S/AH	< 50 hab.	>50 < 200 hab	>200<2000	>2000
Volumen de descargas residuales	No existen	No existen	<1 m ³	>1 m ³ <10 m ³	>10 m ³
Estructuras de protección	Estabilidad Natural,	S/E	Erosión Incipientes o Estabilización artificial	Erosión Moderada	Problemas severos de erosión
Tormentas	1 o menos al año		De 1 a 5 al año		Mas de 5 al año
Interés cultural o histórico	Existe interés por conservar				Nulo interés en la zona
Accesibilidad	No Existe	Brecha (baja)	Terracería (media)	Carreteras rurales	Carretera (alta)
Servicios	No existen		En desarrollo		Completos
Perdida de agua por pozos	No existen		Existencia de 1 pozo		Mas de tres pozos

Tabla X. Criterios e Intervalos de valoración de los Indicadores de Estado

INDICADORES	MUY BAJA	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
	0.01	0.25	0.50	0.75	1.00
Geomorfología	Valle, Mesetas	Barra	Dunas Lomerio Delta	Planicie intermareal	Sierra Baja
Litología	Aluvión	Conglomerado	Ignea	Litoral	Palustre
Riesgos de Inundación	Alto		Medio		Bajo
Tipo de Suelo	Acrisoles	Feozem, vertisol	Cambisol Regosol Luvisol	Litosol Fluvisol	Gleysol Solonchak
Presencia de agua subterránea	No existe		Media		Alta
Especies con estatus	No existen o ya desaparecieron		Algunas se encuentran amenazadas		Existen y no presentan problemas
Diversidad de Ecosistemas (Biodiversidad)	Tan solo un tipo de ecosistema, hábitat		De 1 a 3 ecosistemas en la zona		Mas de tres
Calidad visual del Paisaje	Baja		Media		Alta
% de Cobertura Vegetal	0 - 5	5 - 25	25 - 50	50 - 75	75 -100

Tabla XI. Criterios e Intervalos de valoración de los Indicadores de Respuesta.

	Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Indicadores	0.01	0.25	0.50	0.75	1.00
Normatividad	No hay reglamentación alguna sobre el área, ni delimitaciones básicas de tipo catastral, o régimen de propiedad,	Existen iniciativas de leyes y normas orientadas a la conservación de la zona, no solo en forma directa.	Las normas se generan en el ámbito federal o estatal, poco o medio interés por parte de la comunidad	Iniciativas municipales, así como interés por parte de la comunidad	Existen leyes en los tres niveles de gobierno, las cuales se aplican y se lleva un monitoreo de las mismas. Existiendo un alto interés por parte de la comunidad hacia su aplicación. Existe además un inventario completo de la zona.
Áreas Naturales	No existen		Propuestas		Decretadas
Plantas de tratamiento de aguas residuales	No existen		Tratamiento Primario		Tratamiento secundario o terciario
Uso Restringido de agroquímicos	NO				SI
Programas de Protección por parte de ONG's	No hay interés en la zona		Existen con poca difusión		Existen y presentan gran aceptación y difusión
Ordenamientos Ecológicos	No existen		Propuestos		Existen y se lleva a cabo
Programas Sectoriales	No existen		Propuestos		Existentes y en aplicación

Evaluación y Aplicación del Modelo Ecológico.

Como se menciono anteriormente la evaluación de las unidades ambientales se llevo a cabo tomando en cuenta a los indicadores y la combinación de estos en un modelo ecológico. El modelo ecológico se aplico con ayuda de un Sistema de Información Geográfica.

En esta parte del trabajo se reúnen las tablas de datos crudos y de estadística básica de los resultados finales. Los valores crudos de los indicadores se

reúnen en las tablas XII, XIII, y XIV, estos valores describen la condición de cada unidad ambiental para los indicadores medidos.

Los valores resultantes de la agregación de los indicadores (los índices) se plasman en la tabla XV, que también contiene los valores del Modelo Ecológico de Conservación, los valores provenientes de la estandarización y el nivel de conservación obtenido

Tabla XII. Valores obtenidos en las unidades para los Indicadores de Presión.

No de Unidad	uso de suelo	Densidad de Asentamientos Humanos	Volumen de descargas	Estructuras de Protección	Tormentas	Interés Cultural e histórico	Accesibilidad	Servicios	Perdida de agua por pozos
1	0.25	0.25	0.01	0.75	0.5	1	0.75	0.01	0.75
2	0.25	0.5	0.5	1	0.5	0.1	1	0.01	0.5
3	0.5	0.75	0.5	0.01	0.5	1	1	0.01	0.75
4	1	1	1	0.01	0.5	1	1	0.5	1
5	1	1	1	0.01	0.5	1	1	0.5	0.5
6	0.5	0.5	0.5	0.01	0.5	1	0.75	0.01	0.5
7	0.01	0.01	0.01	0.01	0.5	1	0.5	0.01	0.01
8	1	0.75	0.75	0.75	0.5	0.01	1	0.5	0.5
9	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0.5	0.01	0.5
10	0.01	0.5	0.01	0.01	0.5	1	0.25	0.01	0.01
11	0.01	0.5	0.5	0.01	0.5	1	1	0.01	1
12	0.01	0.25	0.25	0.5	0.5	1	0.25	0.01	0.01
13	0.5	0.5	0.5	0.01	0.5	1	0.75	0.01	1
14	0.01	0.01	0.01	0.01	0.5	0.01	0.5	0.01	0.01
15	0.01	0.5	0.75	0.01	0.5	1	0.5	0.01	0.75
16	0.01	0.25	0.25	0.01	0.5	1	0.75	0.01	0.5
17	0.01	0.25	0.5	0.01	0.5	1	0.25	0.01	0.01
18	0.01	0.01	0.01	0.75	0.5	1	0.01	0.01	0.01
19	1	0.75	0.75	0.01	0.5	1	0.5	0.5	0.01
20	0.5	0.25	0.01	0.01	0.5	0.01	0.5	0.01	1
21	0.01	0.5	0.5	0.01	0.5	0.01	0.5	0.01	0.5
22	0.01	0.5	0.5	0.5	0.5	0.01	0.5	0.01	0.5
23	1	0.75	0.75	0.75	0.5	1	1	0.5	0.01
24	0.01	0.5	0.01	0.01	0.5	0.01	0.5	0.01	0.01

Tabla XII. Continuación.

No de Unidad	uso de suelo	Densidad de Asentamientos Humanos	Volumen de descargas	Estructuras de Protección	Tormentas	Interés Cultural e histórico	Accesibilidad	Servicios	Perdida de agua por pozos
25	1	1	1	0.01	0.5	1	1	0.5	0.5
26	1	1	1	0.01	0.5	1	1	0.5	0.5
27	0.01	0.25	0.01	0.01	0.5	1	0.5	0.01	0.5
28	0.01	0.01	0.01	0.01	0.5	1	0.01	0.01	0.01
29	1	1	1	0.01	0.5	1	1	0.5	0.5
30	0.01	0.01	0.01	0.01	0.5	1	0.25	0.01	0.01
31	0.75	0.5	0.5	0.01	0.5	1	0.5	0.01	0.5
32	0.25	0.01	0.01	0.01	0.5	1	0.25	0.01	0.5
33	0.01	0.01	0.01	0.01	0.5	1	0.25	0.01	0.01
34	0.01	0.01	0.01	0.01	0.5	1	0.25	0.01	0.01
35	0.75	0.25	0.01	0.01	0.5	1	0.5	0.01	0.5
36	1	0.5	0.5	0.01	0.5	1	0.75	0.5	0.5
37	0.01	0.25	0.01	0.01	0.5	1	0.25	0.01	0.01
38	5	0.01	0.01	0.01	0.5	1	0.25	0.01	0.01
39	1	0.75	0.75	0.01	0.5	1	0.75	0.5	0.01
40	1	0.75	0.75	0.01	0.5	1	0.75	0.5	0.01
41	0.01	0.01	0.01	0.01	0.5	1	0.5	0.01	0.01
42	0.01	0.01	0.01	0.01	0.5	1	0.25	0.01	0.01
43	0.75	0.01	0.01	0.01	0.5	1	0.5	0.01	0.01
44	1	0.75	0.75	0.01	0.5	1	0.75	0.5	0.01
45	0.01	0.01	0.5	0.01	0.5	1	0.75	0.01	1
46	1	0.75	0.75	0.5	0.5	1	0.75	0.5	0.5
47	0.5	0.25	0.01	0.01	0.5	1	0.5	0.01	1
48	0.01	0.01	0.01	0.01	0.5	1	0.5	0.01	0.01
49	1	1	0.75	0.01	0.5	1	1	0.5	0.5
50	0.01	0.01	0.01	0.01	0.5	1	0.5	0.01	0.01
51	1	0.75	0.75	0.01	0.5	1	0.75	0.5	0.01
52	1	0.75	0.75	0.01	0.5	1	0.75	0.5	0.01
53	0.01	0.01	0.01	0.01	0.5	1	0.5	0.01	0.01
54	1	0.75	0.75	0.01	0.5	1	0.75	0.5	0.5
55	0.75	0.01	0.01	0.01	0.5	1	0.75	0.01	0.01
56	0.75	0.01	0.01	0.01	0.5	1	0.75	0.01	0.5
57	0.01	0.01	0.01	0.01	0.5	1	0.5	0.01	0.01
58	0.75	0.01	0.01	0.01	0.5	1	0.5	0.01	0.01
59	0.01	0.01	0.01	0.01	0.5	1	0.5	0.01	0.01
60	0.75	0.01	0.01	0.01	0.5	1	0.5	0.01	0.01
61	0.01	0.01	0.01	0.01	0.5	1	0.25	0.01	0.01
62	0.01	0.01	0.01	0.01	0.5	1	0.5	0.01	0.01
63	0.01	0.01	0.01	0.01	0.5	1	0.25	0.01	0.01
64	0.75	0.01	0.01	0.01	0.5	1	0.5	0.01	0.5

Tabla XIII. Valores obtenidos en las unidades para los Indicadores de Estado.

No. de Unidad	Geomorfología	Litología	Riesgos de Inundación	Tipo de Suelo	Presencia de agua Sub.	Especies con Estatus	Biodiversidad	Calidad del Paisaje	% Cobertura Vegetal
1	0.5	0.5	0.5	0.01	0.25	0.5	0.01	0.5	0.5
2	0.5	0.75	0.01	0.5	0.25	0.01	0.01	0.25	0.25
3	0.01	0.01	0.25	0.01	0.5	0.01	0.01	0.25	0.25
4	0.01	0.01	0.5	0.01	0.5	0.01	0.01	0.01	0.01
5	0.01	0.01	0.25	0.01	0.5	0.01	0.01	0.01	0.01
6	0.01	0.01	1	0.01	0.5	0.01	0.01	0.5	0.25
7	1	0.5	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
8	0.01	0.01	0.5	0.01	0.75	0.01	0.5	0.5	0.01
9	0.75	1	0.25	0.01	0.01	0.5	0.01	0.5	0.25
10	0.75	1	0.5	0.75	0.25	0.5	0.5	0.75	1
11	0.01	0.01	0.01	0.01	1	0.5	0.75	0.75	0.75
12	0.5	0.75	0.01	0.5	0.01	0.5	1	0.75	1
13	0.01	0.01	0.5	0.01	0.75	0.01	0.5	0.25	0.25
14	0.25	0.75	0.01	0.5	0.01	0.5	0.5	1	0.75
15	0.01	0.01	0.75	0.01	0.75	0.25	0.5	0.5	0.5
16	1	0.5	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5	1
17	0.75	1	0.01	0.75	0.5	0.5	0.5	0.75	1
18	0.25	0.75	0.5	0.5	0.01	0.5	0.5	0.75	0.75
19	0.01	0.01	0.01	0.75	0.01	0.25	0.01	0.25	0.01
20	0.01	0.01	0.5	0.01	0.5	0.01	0.01	0.25	0.25
21	1	0.5	1	1	0.5	0.5	1	1	1
22	1	0.5	1	1	0.5	0.5	1	1	1
23	0.25	0.75	0.5	0.5	0.01	0.01	0.5	0.5	0.01
24	1	0.5	0.01	1	0.5	0.5	0.5	0.5	1
25	0.01	0.01	0.5	0.25	1	0.01	0.01	0.01	0.01
26	0.01	0.01	0.5	0.25	0.5	0.01	0.01	0.01	0.01
27	0.5	0.5	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.75
28	0.75	0.75	0.01	0.5	0.01	0.5	0.5	0.5	0.5
29	0.01	0.01	0.5	0.25	0.5	0.01	0.01	0.01	0.01
30	0.75	1	0.5	0.75	0.01	0.5	0.5	0.5	1
31	0.01	0.01	1	0.5	0.5	0.01	0.01	0.5	0.25
32	0.5	0.5	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5
33	0.75	1	0.01	0.75	0.01	0.5	0.5	1	1
34	0.75	1	0.01	0.75	0.01	0.5	0.5	1	1
35	0.01	0.01	0.5	0.5	0.5	0.01	0.01	0.5	0.25
36	1	0.75	1	0.5	0.5	0.01	0.01	0.5	0.25
37	0.5	1	0.01	0.75	0.5	0.5	0.5	0.5	1
38	0.01	1	0.5	0.01	0.5	0.5	0.01	0.5	0.5
39	1	0.25	0.5	1	0.5	0.01	0.01	0.01	0.01
40	1	0.01	0.5	0.5	0.5	0.01	0.01	0.01	0.01
41	0.01	0.5	0.01	1	0.5	0.01	0.01	0.5	0.01
42	0.75	0.75	0.01	0.5	0.01	0.5	0.5	1	1
43	0.01	0.5	0.01	1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.25
44	1	0.5	0.01	1	0.5	0.01	0.01	0.01	0.01

Tabla XIII. Continuación.

No. de Unidad	Geomorfología	Litología	Riesgos de Inundación	Tipo de Suelo	Presencia de agua Sub.	Especies con Estatus	Biodiversidad	Calidad del Paisaje	% Cobertura Vegetal
45	0.5	0.01	0.01	0.01	0.75	0.5	0.01	0.5	0.75
46	0.25	0.25	0.01	0.5	0.01	0.01	0.01	0.5	0.01
47	0.01	0.01	0.5	0.01	0.5	0.01	0.01	0.01	0.25
48	0.01	0.01	0.5	0.75	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
49	0.01	0.5	0.5	0.25	0.5	0.01	0.01	0.01	0.01
50	0.5	0.01	1	0.25	0.5	0.5	0.01	1	0.75
51	0.01	0.5	0.5	0.25	0.5	0.01	0.01	0.01	0.01
52	1	0.25	0.01	1	0.5	0.01	0.01	0.25	0.01
53	0.5	0.01	0.5	0.75	0.5	0.5	0.5	0.5	0.75
54	0.01	0.01	0.5	0.75	0.5	0.01	0.01	0.01	0.01
55	0.01	0.5	0.5	1	0.5	0.01	0.01	0.5	0.25
56	0.01	0.5	1	1	0.5	0.01	0.01	0.5	0.01
57	0.01	0.5	1	1	0.5	0.01	0.5	0.5	0.5
58	0.01	0.5	1	1	0.01	0.01	0.01	0.5	0.25
59	0.01	0.5	1	1	0.5	0.01	0.5	0.5	0.5
60	0.01	0.5	1	1	0.01	0.01	0.01	0.5	0.25
61	0.5	0.25	1	0.75	0.5	0.5	0.5	1	1
62	0.01	0.01	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.75
63	0.01	0.01	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1
64	0.01	0.01	0.01	0.5	0.5	0.01	0.01	0.5	0.25

Tabla XIV. Valores obtenidos en las unidades para los Indicadores de Respuesta.

No. de unidad	Normatividad	Áreas Naturales	Plantas de tratamiento	Uso restringido de agroquímicos	Programas de protección por parte de ONG's	Ordenamientos ecológicos	Programas sectoriales
1	0.5	0.5	0.1	1	0.5	0.5	0.01
2	0.25	0.5	0.5	1	0.1	0.1	0.5
3	0.5	0.01	0.5	1	0.01	0.75	0.5
4	0.75	0.5	0.5	1	0.01	0.01	0.75
5	0.5	0.5	0.5	1	0.5	0.5	0.75
6	0.5	0.01	0.5	1	0.5	0.5	0.75
7	0.5	0.5	0.01	1	0.01	0.5	0.25
8	0.75	0.5	0.5	1	0.5	0.5	1
9	0.5	0.5	0.01	1	0.5	0.5	0.75
10	0.5	0.5	0.01	1	0.75	0.5	0.75
11	0.5	0.5	0.5	1	0.25	0.75	0.5
12	0.75	1	0.01	1	0.5	0.75	0.75
13	0.5	0.01	0.01	1	0.25	0.5	0.5
14	0.75	1	0.01	1	0.5	0.5	0.75
15	0.5	0.25	0.5	1	0.01	0.5	0.75
16	0.5	0.25	0.01	1	0.25	0.75	0.75
17	0.5	0.5	0.01	1	0.5	0.5	0.75
18	0.75	1	0.01	1	0.5	0.75	1
19	0.5	0.5	0.01	1	0.5	0.5	0.5
20	0.5	0.5	0.01	1	0.01	0.5	0.5

Tabla XIV. Continuación.

No. de unidad	Normatividad	Áreas Naturales	Plantas de tratamiento	Uso restringido de agroquímicos	Programas de protección por parte de ONG's	Ordenamientos ecológicos	Programas sectoriales
21	0.5	0.5	0.01	1	0.5	0.5	0.75
22	0.5	0.5	0.01	1	0.5	0.5	0.75
23	0.5	0.01	0.01	1	0.25	0.5	0.5
24	0.5	0.5	0.01	1	0.01	0.5	0.5
25	0.5	0.01	0.5	1	0.01	0.5	1
26	0.25	0.01	0.5	1	0.01	0.5	0.75
27	0.25	0.5	0.01	1	0.5	0.5	0.5
28	0.25	0.5	0.01	1	0.5	0.5	0.75
29	0.25	0.01	0.5	1	0.01	0.5	0.5
30	0.75	0.5	0.01	1	0.5	0.5	0.75
31	0.5	0.5	0.01	1	0.01	0.5	0.5
32	0.25	0.01	0.01	1	0.01	0.5	0.5
33	0.25	0.5	0.01	1	0.5	0.5	0.75
34	0.25	0.5	0.01	1	0.5	0.5	0.75
35	0.5	0.5	0.01	1	0.01	0.5	0.75
36	0.5	0.5	0.01	1	0.5	0.5	0.75
37	0.5	0.5	0.01	1	0.5	0.5	0.75
38	0.5	0.5	0.01	1	0.5	0.5	0.75
39	0.5	0.01	0.01	1	0.5	0.05	0.75
40	0.5	0.01	0.01	1	0.05	0.05	0.75
41	0.5	0.01	0.01	1	0.5	0.5	0.75
42	0.5	0.5	0.01	1	0.5	0.5	0.75
43	0.5	0.5	0.01	1	0.5	0.5	0.5
44	0.5	0.5	0.01	1	0.5	0.5	0.75
45	0.5	0.5	0.5	1	0.5	0.5	0.5
46	0.5	0.01	0.5	1	0.5	0.5	0.75
47	0.25	0.01	0.01	1	0.5	0.5	0.75
48	0.5	0.5	0.01	1	0.5	0.5	0.75
49	0.5	0.5	0.5	1	0.5	0.5	0.75
50	0.5	0.5	0.01	1	0.5	0.5	0.75
51	0.5	0.01	0.01	1	0.5	0.5	0.75
52	0.5	0.5	0.01	1	0.5	0.5	0.75
53	0.5	0.5	0.01	1	0.5	0.5	0.5
54	0.5	0.01	0.01	1	0.5	0.5	0.75
55	0.5	0.5	0.01	1	0.01	0.5	0.5
56	0.25	0.1	0.01	1	0.5	0.5	0.5
57	0.5	0.5	0.01	1	0.5	0.5	0.5
58	0.5	0.01	0.01	1	0.5	0.5	0.5
59	0.5	0.5	0.01	1	0.5	0.5	0.5
60	0.5	0.01	0.01	1	0.5	0.5	0.5
61	0.5	0.5	0.01	1	0.5	0.5	0.75
62	0.5	0.5	0.01	1	0.5	0.5	0.75
63	0.5	0.5	0.01	1	0.5	0.5	0.75
64	0.5	0.01	0.01	1	0.5	0.5	0.75

Tabla XV. Valores Directos de los índices y del Modelo Ecológico de Conservación.

No. de unidad	INDICES				Modelo Ecológico de Conservación		
	Estado	Presión	Respuesta	Vulnerabilidad	Conservación	Valor Estandar	Nivel de Conservación
1	3.27	4.27	3.11	7.54	17.957737	0.130494	Bajo
2	2.53	4.36	2.95	6.89	11.794384	0.073183	Bajo
3	1.3	5.02	3.27	6.32	5.3518566	0.013277	Bajo
4	1.07	7.01	3.52	8.08	4.3412999	0.003881	Bajo
5	0.82	6.51	4.25	7.33	3.9239708	0	Bajo
6	2.3	4.27	3.76	6.57	13.306173	0.087241	Bajo
7	6	2.06	2.77	8.06	65.027767	0.568176	Alto
8	2.3	5.76	4.75	8.06	15.287413	0.105663	Bajo
9	3.28	4.51	3.76	7.79	21.302109	0.161591	Bajo
10	6	2.3	4.01	8.3	86.825217	0.770861	Muy Alto
11	3.79	4.53	4	8.32	27.843532	0.222417	Medio
12	5.02	2.78	4.76	7.8	67.044086	0.586925	Alto
13	2.29	4.77	2.77	7.06	9.3886159	0.050813	Bajo
14	4.27	1.07	4.51	5.34	96.108521	0.857182	Muy Alto
15	3.28	4.03	3.51	7.31	20.883019	0.157694	Bajo
16	6.5	3.28	3.51	9.78	68.027652	0.596071	Alto
17	5.76	2.54	3.76	8.3	70.770898	0.621579	Alto
18	4.51	2.31	5.01	6.82	66.709343	0.583812	Alto
19	1.31	5.02	3.51	6.33	5.7980026	0.017426	Bajo
20	1.55	2.79	3.02	4.34	7.2815556	0.031221	Bajo
21	7.5	2.54	3.76	10.04	111.46772	1	Muy Alto
22	7.5	3.03	3.76	10.53	98.00198	0.874788	Muy Alto
23	3.03	6.26	2.77	9.29	12.455575	0.079331	Bajo
24	5.51	1.56	3.02	7.07	75.41424	0.664755	Alto
25	1.81	6.51	3.52	8.32	8.1426089	0.039227	Bajo
26	1.31	6.51	3.02	7.82	4.7523017	0.007702	Bajo
27	5.75	2.79	3.26	8.54	57.377168	0.497037	Medio
28	4.02	1.57	3.51	5.59	50.239502	0.430667	Medio
29	1.31	6.51	2.77	7.82	4.3588992	0.004044	Bajo
30	5.51	1.81	4.01	7.32	89.356979	0.794402	Muy Alto
31	2.79	4.27	3.02	7.06	13.931182	0.093052	Bajo
32	6	2.54	2.28	8.54	45.994961	0.391199	Medio
33	5.52	1.81	3.51	7.33	78.464208	0.693115	Alto
34	5.52	1.81	3.51	7.33	78.464208	0.693115	Alto
35	2.29	3.53	3.27	5.82	12.346149	0.078314	Bajo
36	4.52	5.26	3.76	9.78	31.59944	0.257342	Medio
37	5.26	2.05	3.76	7.31	70.524027	0.619283	Alto
38	3.53	6.8	3.76	10.33	20.162945	0.150999	Bajo
39	3.29	5.27	2.82	8.56	15.069823	0.10364	Bajo
40	2.55	5.27	2.37	7.82	8.9677742	0.0469	Bajo

Tabla XV. Continuación

No. de unidad	INDICES				Modelo Ecológico de Conservación		
	Estado	Presión	Respuesta	Vulnerabilidad	Conservación	Valor Estandar	Nivel de Conservación
41	2.55	2.06	3.27	4.61	18.66043	0.137028	Bajo
42	5.02	1.81	3.76	6.83	71.225202	0.625803	Alto
43	1.81	2.8	3.51	4.61	10.459925	0.060775	Bajo
44	3.05	5.27	3.76	8.32	18.105078	0.131864	Bajo
45	3.04	3.79	4	6.83	21.913668	0.167278	Bajo
46	1.55	6.25	3.76	7.8	7.273344	0.031144	Bajo
47	1.31	3.78	3.02	5.09	5.327264	0.013049	Bajo
48	3.77	2.06	3.76	5.83	40.117192	0.336544	Medio
49	1.8	6.26	4.25	8.06	9.8496805	0.0551	Bajo
50	4.52	2.06	3.76	6.58	54.285639	0.46829	Medio
51	1.8	5.27	3.27	7.07	7.8963985	0.036938	Bajo
52	3.04	5.27	3.76	8.31	18.024027	0.13111	Bajo
53	4.51	2.06	3.51	6.57	50.487261	0.432971	Medio
54	1.81	5.76	3.27	7.57	7.7785693	0.035842	Bajo
55	3.28	3.05	3.02	6.33	20.55818	0.154674	Bajo
56	3.54	3.54	2.86	7.08	20.2488	0.151797	Bajo
57	4.52	2.06	3.51	6.58	50.676221	0.434728	Medio
58	3.29	2.8	3.02	6.09	21.610365	0.164458	Bajo
59	4.52	2.06	3.51	6.58	50.676221	0.434728	Medio
60	3.29	2.8	3.02	6.09	21.610365	0.164458	Bajo
61	6	1.81	3.76	7.81	97.34453	0.868675	Muy Alto
62	4.27	2.06	3.76	6.33	49.334668	0.422253	Medio
63	4.52	1.81	3.76	6.33	59.436252	0.516183	Alto
64	1.8	3.29	3.27	5.09	9.106304	0.048188	Bajo

A los datos anteriores se le aplicó una estadística básica y son los resultados de esta los que se exponen en la tabla XVI.

Tabla XVI. Estadística Básica de los Índices Ambientales

INDICE	Máximo	Mínimo	Media	Desviación Standard	Varianza
Presión	6.79	1.06	3.558	1.517	1.231
Estado	7.5	0.82	3.598	1.693	1.301
Respuesta	2.28	5.01	3.5019	0.5373	0.7330
Vulnerabilidad	10.52	4.33	7.156	1.290	1.135

Al realizar un análisis estadístico básico a los resultados de las unidades ambientales, se tiene que las mayores variaciones en los valores obtenidos corresponden al Índice de Estado y las menores al de Respuesta.

Los valores de los índices se unieron en el Modelo Ecológico y este generó los valores de la política ambiental, estos variaron desde 3.96 el menor potencial para conservación, al valor de 111.79 con el Nivel más alto de conservación. Estos se normalizaron para poder establecer de manera más sencilla los diferentes umbrales entre los niveles de conservación a aplicar.

Como resultado de la aplicación del modelo ecológico y la estandarización se obtuvieron los cuatro niveles de conservación: bajo, medio, alto y muy alto. Las unidades representadas se observan en la figura 10 y la información principal se concentra en la tabla XVII.

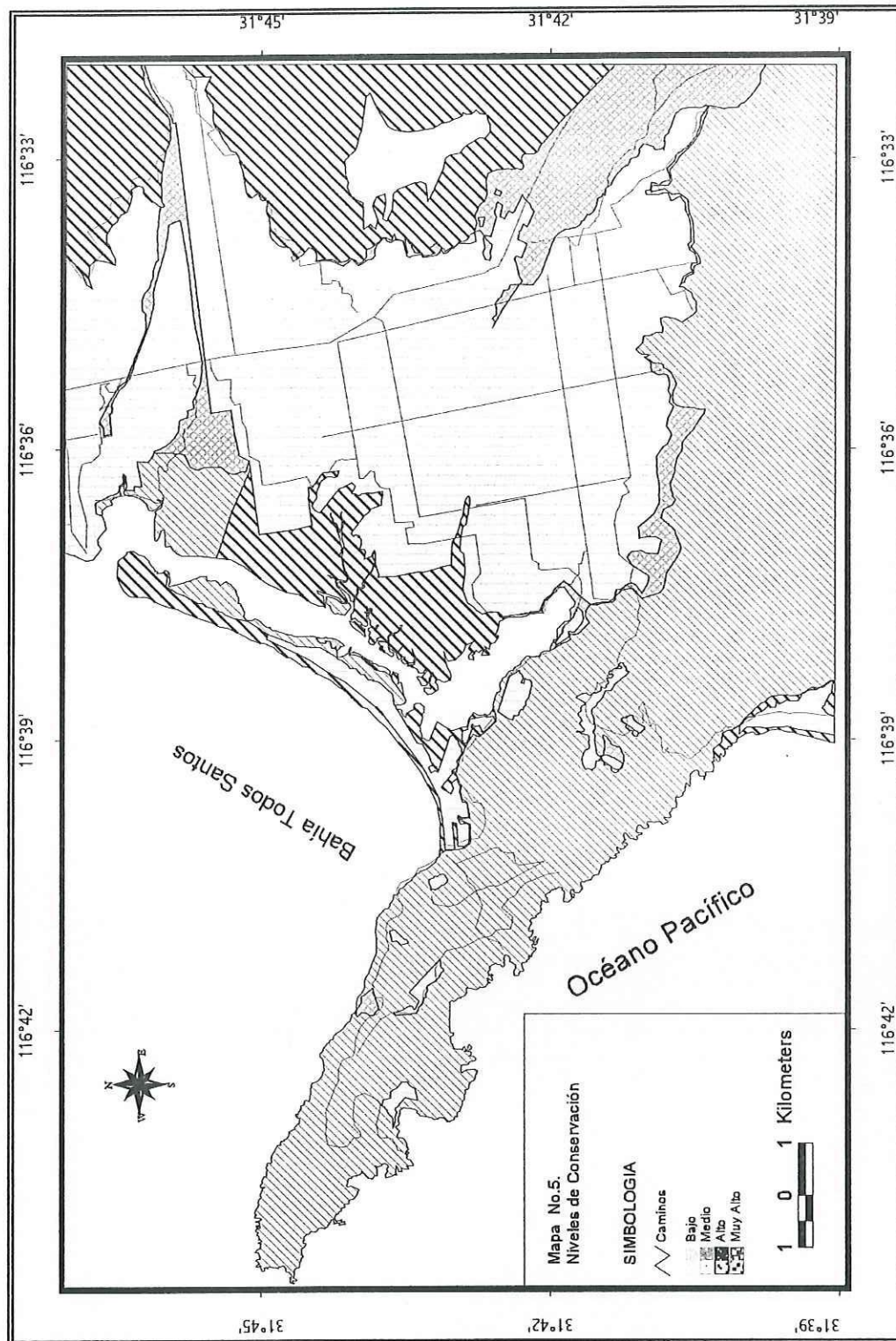


Figura 10. Mapa de Niveles de Potencial de Conservación.

Tabla XVII. Resultados del Modelo Ecológico en cuanto a unidades, área y característica principal

Nivel de Conservación	No. de Unidades	Área Promedio	Área Total	% Área de estudio	Característica principal
Muy Alto	6	1054	6322	37%	Sierras Bajas, Lomerios Zonas aledañas al E.P.B.
Alto	11	267	2940	17%	Lomerios Zonas aledañas al E.P.B.
Medio	11	107	1175	7%	Corredores de transición, Cercanías centros urbanos
Bajo	36	1836	6612	39%	Zona Urbana y Agrícola

Con una aptitud baja de conservación se clasificaron 36 unidades ambientales, las cuales comprenden la zona agrícola y urbana. Abarcando un total de 6612 ha. Que equivale al 39% del área total de estudio. El área promedio de cada unidad es de 1836 ha.

En el nivel Medio de Conservación, se agruparon un total de 11 unidades, las cuales se ubican en las cercanías de los centros urbanos o corresponden a los corredores de transición mencionados anteriormente. El área cubierta con este nivel es de 1175 ha. con un promedio de 107 ha. por unidad y representa un siete por ciento del área total.

Las unidades correspondientes al nivel Alto de conservación, fueron un total de 11 que cubren un área total de 2940 ha. con un promedio de 267 ha. por unidad. Este nivel de conservación se ubica principalmente en la zona aledaña

al Estero de Punta y en los lomerios ubicados en la parte este del área de estudio. El área cubierta por este nivel es de 17 % de la zona de estudio.

En el nivel de Muy Alta Conservación se ubicaron 6 unidades ambientales que representan básicamente a la península de Punta Banda y parte de la Barra arenosa del estero de Punta Banda, con un área de 6322 ha. que representa el 37 % del área total, cada unidad posee en promedio 1054 ha.

Secuencia de Aplicación del Modelo Ecológico

La secuencia de aplicación del Modelo Ecológico se puede resumir en la figura 11, la cual se clasifica en tres secciones: la primera es la identificación y selección de indicadores ambientales, así como la asignación de rangos de evaluación de los mismos, con lo anterior y la base de datos de la zona se califican los indicadores. La segunda es la elaboración de los índices ecológicos a partir de la información anterior. La última parte del proceso es la integración de los índices ecológicos en el Modelo Ecológico de Conservación, su estandarización y asignación de niveles, así como su expresión cartográfica.

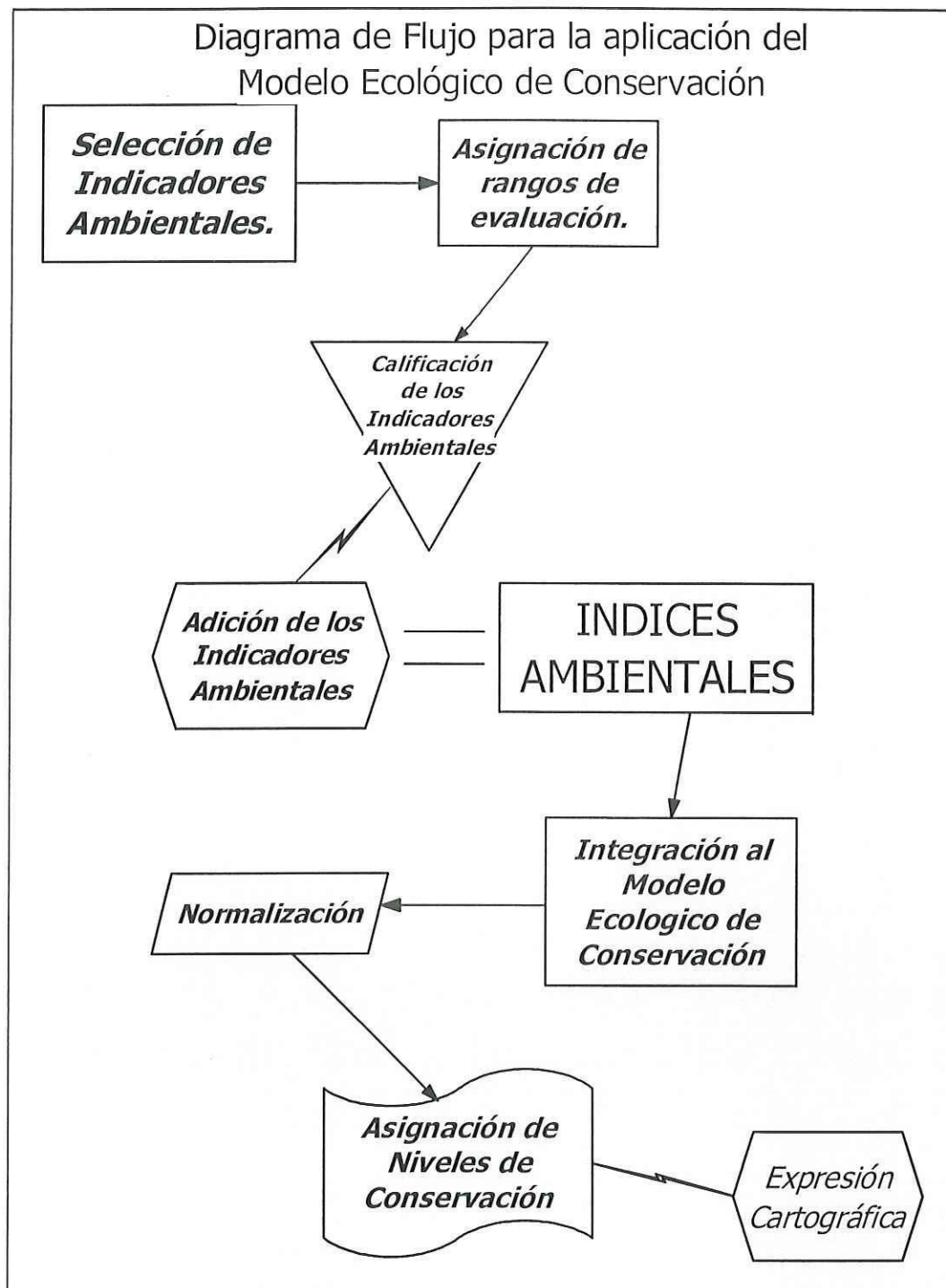


Figura 11. Diagrama de Flujo para la Aplicación del Modelo Ecológico de Conservación

Sistema de Información Geográfica

Durante el desarrollo del sistema de información geográfica, el trabajo incluye la generación de coberturas, a partir de mapas temáticos elaborados por el INEGI que previamente fueron escaneados por medio de un escáner Contex FSC 8010^{DSP} y georeferenciados con ayuda del programa IDRISI 1.2. La digitalización de estos mapas a vectores se llevo a cabo por medio del programa AutoCAD13. Para confirmar limites de áreas y cambios recientes no registrados en los mapas, se llevo a cabo la revisión de fotografía aérea (INEGI, 1993) y satelital (LANDSAT 1999). Una vez obtenidos las mapas base se llevo a cabo la creación de las coberturas o regionalizaciones en formato ArcInfo por medio del programa ArcCAD, para su posterior uso y visualización en el programa ArcView.

Aunado a esto se genero la base de datos en formato DBASE, con la información proveniente de cada unidad ambiental, el cual se asoció a la regionalización y coberturas creadas por ArcView. Con la información anterior se procedió a aplicar el Modelo Ecológico de evaluación directamente en la base de datos con ayuda del Microsoft Excel 97.

El diagrama contenido en la figura 12, resume el proceso de elaboración del Sistema de Información Geográfica.

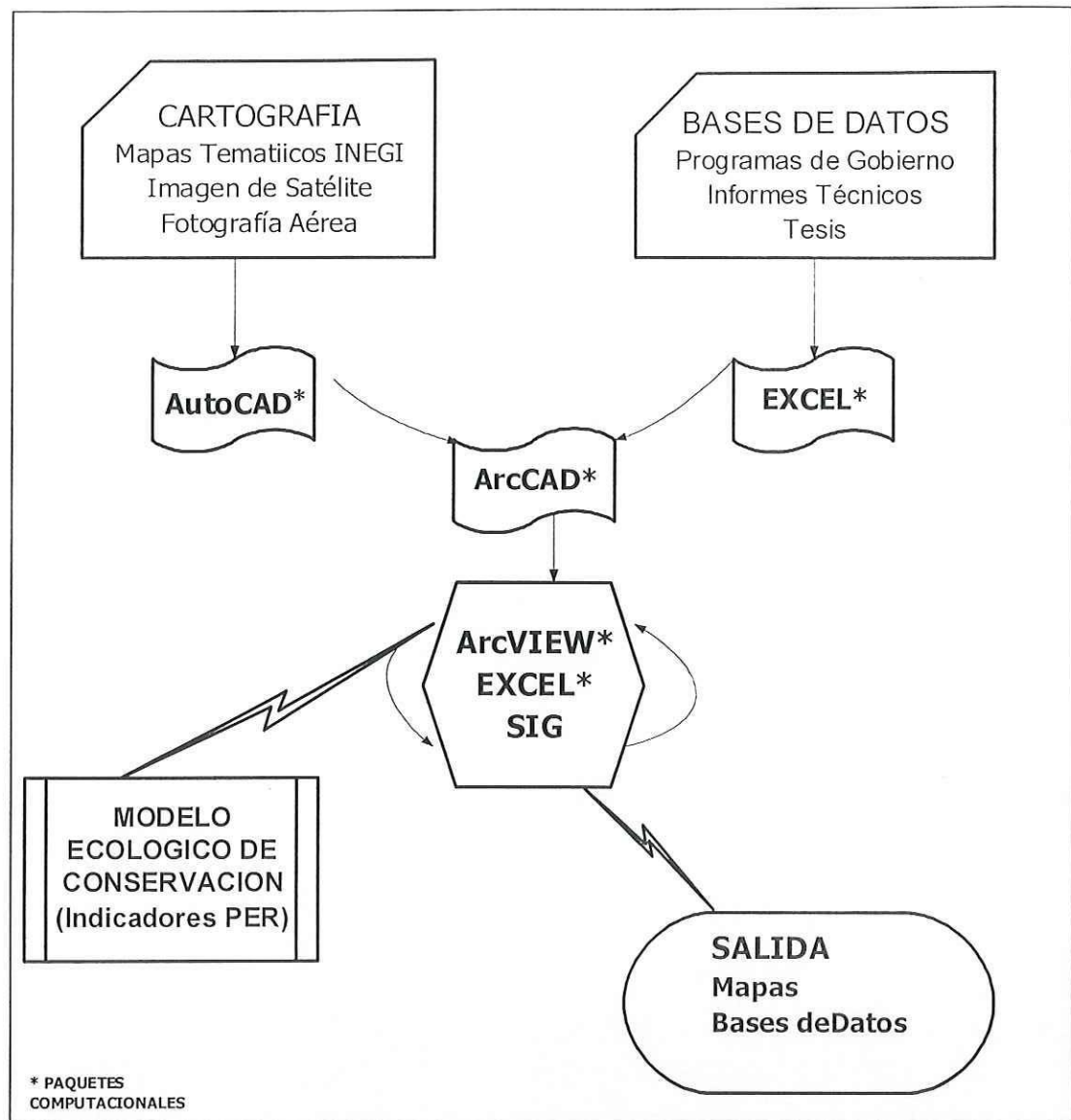


FIGURA 12. Elaboración del SIG. Modificado de García-Gastélum 1999.

DISCUSIONES

Indicadores Ambientales.

Para considerar que un área tiene tendencia a la conservación es necesario identificar y establecer una serie de criterios que se deben de cumplir total o parcialmente para establecer los posibles niveles de conservación. En este caso se utilizaron los indicadores ambientales enfocados a conocer el estado, la calidad, las presiones y respuestas del área de estudio, específicamente a nivel meso.

En necesario que los indicadores elegidos cumplan mínimamente los lineamientos propuestos por la OCDE, para poder establecer un monitoreo sistemático y que cumpla con la función de retroalimentación que busca el modelo PER. Los indicadores ocupados en este caso ya habían sido calificados por García-Gastélum (1999), en cuanto a los lineamientos a cumplir para ser indicadores adecuados para la evaluación ambiental.

Se considera que se establecieron los indicadores básicos para la zona, pero estos pueden cambiarse en caso de no existir o no cumplir a lo largo del tiempo con el objetivo buscado.

El objetivo principal de este trabajo no es la búsqueda de indicadores ambientales si no la aplicación de estos en un modelo ecológico que nos indique los niveles Potencial de Conservación del medio. Estos niveles se pueden llevar a la planificación ambiental como tales o como propuestas para una evaluación mayor.

Modelo Ecológico

Al modelo ecológico aplicado en este trabajo se llego después de una serie de discusiones y planteamientos en los cuales se determinaba que partes del Modelo Ecológico eran más importantes y la dependencia entre los factores del mismo. En este caso el Modelo Ecológico describe básicamente la dependencia de la conservación de los factores intrínsecos y extrínsecos del medio.

El Modelo Ecológico evidencia la unión y combinación de factores intrínsecos y extrínsecos de los que dependen los niveles de conservación. En el Modelo Ecológico la conservación depende directamente de la calidad del medio ambiente e inversamente a las presiones sobre él. La respuesta es directa con la conservación, ya que al no existir una respuesta favorable o simplemente no haber respuesta, no se da la retroalimentación necesaria para el funcionamiento correcto del Modelo PER.

Al describir el Modelo Ecológico tenemos que: el potencial de conservación es directamente proporcional a la calidad del medio e indirecta a las presiones existentes en él, a su vez la vulnerabilidad del medio causa variaciones directas en los posibles niveles de conservación. La respuesta del medio social influye directamente en la conservación, ya que al no existir este interés por parte de la sociedad el posible nivel de conservación se puede ver mermado.

Inserción del Modelo Ecológico en la Planificación Costera

El proceso de planeación incluye una fase de evaluación o diagnóstico en la cual se cualifica el área de estudio considerando sus propiedades y características, con el fin de obtener los posibles usos o niveles de uso que se pueden aplicar en la zona. Gómez-Morin Fuentes (1994), describe esta fase como parte de la planeación que contempla la valoración de los elementos del inventario y la evaluación final de capacidad.

Es en la fase de Diagnóstico en la cual se incluyó el modelo ecológico de conservación basado en indicadores ambientales para obtener la cualificación de las unidades ambientales. Menciona Cendrero-Uceda *et al.*, (1993) que los problemas en la evaluación de los ambientes naturales es la subjetividad inherente a la formulación de juicios y la dificultad de obtener resultados reproducibles por diferentes expertos. Al aplicar el Modelo Ecológico se pretende estandarizar conceptos para una evaluación del ambiente de manera sencilla, comparable y reproducible

Para la aplicación del modelo ecológico primero se procedió a la valoración de cada indicador, a estos anteriormente se les había asignado un rango de valores sobre los cuales se llevo acabo la evaluación. Una vez evaluados los indicadores se unieron estos valores por medio de una adición aritmética para la conformación de los Indices Ecológicos de Presión, Estado y Respuesta.

Cada uno de los índices representa ya en sí mismo un valor utilizable en la toma de decisiones o en la planeación. Los índices correspondientes al Estado y la Presión se unieron para dar lugar a un índice agregado de fragilidad del medio que se nombro Vulnerabilidad. Una vez obtenidos los Indices e Indices Agregados anteriores, estos se integraron al modelo ecológico, obteniéndose así los valores correspondientes al nivel de potencial de conservación.

Para el modelo ecológico se creó un factor de vulnerabilidad en el cual se unen los índices de estado y presión por medio de una suma aritmética para dar una relación de la fragilidad del medio o que tan sensible es a los daños tanto de origen natural como los causados por el hombre.

Con el fin de normalizar los datos y de simplificar el manejo de los mismos, se procedió a estandarizarlos por un método estadístico no paramétrico. Una vez normalizados los datos se ubican cuasi arbitrariamente en los niveles de conservación. Al normalizar se paso el valor mínimo a cero y el máximo a uno.

Para ubicar los umbrales se dividió de manera arbitraria en cuartiles, por lo que las divisiones entre los niveles se ubicaron en 0.25, 0.50 y 0.75.

Caso Estudio

Es importante la designación de áreas con tendencia de conservación en la zona del Estero y Península de Punta Banda debido a que en la zona existen comunidades y ecotonos de gran importancia (Escofet 1992b). Debido a la existencia y conocimiento de la importancia de estas zonas es factible la implementación del modelo ecológico de conservación basado en Indicadores Ambientales para obtener la evaluación y calibración del Modelo Ecológico y al mismo tiempo una clasificación de niveles de conservación aplicable en planes de manejo y ordenamientos posteriores.

Durante la aplicación del Modelo Ecológico en la región Península de Punta Banda - Estero de Punta Banda, se obtuvieron cuatro diferentes niveles de conservación. Un punto importante a tomar en cuenta durante la elaboración de un caso estudio de este tipo es que el grado de precisión y de confianza de los índices obtenidos será proporcional a la cantidad y calidad de los datos base; y el seguimiento a futuro dependerá de la actualización continua y sistemática de las bases de datos. Asimismo la sensibilidad del Modelo Ecológico será proporcional al número de índices y su sensibilidad de estos a cambios en el medio.

Los índices presentaron pequeñas variaciones en sus valores, siendo el Índice de Respuesta el que presento una menor varianza en sus resultados, esto nos habla de que la respuesta en la zona es muy homogénea en general para todas las unidades ambientales, aumentando tan solo en algunas sobre las cuales existe mayor interés, por sus características físicas o culturales.

En los otros dos índices (Presión y Estado), la varianza es muy similar y es tan solo en el de Estado donde se dan las mayores variaciones, lo que nos refleja que es en este rubro donde las condiciones ambientales de cada unidad alcanzan los mayores contrastes, siendo el valor para la mayor calidad de estado de 7.5 y la menor calidad corresponde tan solo a casi un 10% de este (0.82). Por lo que podemos hablar de zonas con una alta calidad en el estado del medio y otras en las cuales el medio a quedado reducido a una mínima expresión de lo que era originalmente.

Para el caso de la Presión esta presenta valores menos extremos pero aun así tiene una varianza de 1.231 que es mayor al valor mínimo obtenido. Esto nos indica que las presiones en la zona son muy variantes y se pueden ubicar la de mayor expresión cercanas a las zonas urbanas o en desarrollo y de las de menor grado en las partes de difícil acceso o con algún estatus de protección.

Como se puede observar, es el estado del medio ambiente la parte más importante de la evaluación y es de donde se reconocen mayores cambios e influencias sobre el resto del medio. Recordando los niveles de escala que habla Gómez-Morin-Fuentes(1994), se marca que al trabajar a niveles meso y micro el estado del medio ambiente es parte preponderante de los análisis. Por lo que es necesario tomar en cuenta el estado del medio, ya que cambios en él serán directamente reflejados en las evaluaciones totales del medio ambiente.

Al comparar los resultados del Modelo Ecológico de Conservación con los obtenidos con otras metodologías (OEA, 1992 y Ahumada Cervantes, 2000), se observa que existe gran coincidencia en la designación de áreas de conservación o con alta calidad del medio, en áreas como lo son la Península de Punta Banda y zonas aledañas al Estero de Punta Banda. En cuanto a las zonas de bajo nivel de conservación estas también coinciden al presentarse principalmente en las zonas urbanas y de agricultura. Esto nos indica que nuestro modelo ecológico propuesto para designar áreas con potencial de conservación genera resultados comparables con otras metodologías.

La ventaja de este modelo ecológico de conservación sobre otros anteriormente propuestos es que se basa en Indicadores ambientales, que cumplen con las características básicas a cumplir por un indicador ambiental como se menciona la Tabla I; a comparación de modelos como el de Ahumada Cervantes (2000) donde los indicadores no entran dentro de los lineamientos para ser indicadores ambientales al no cumplir los lineamientos propuestos por la OECD (ser sencillo y fácil de interpretar, la relación costo/beneficio, el estar bien documentados y su actualización a intervalos regulares) y ser de muy específicos para un tipo de estudio únicamente (índice composicional e índice estructural), o el modelo de Gómez-Morin Fuentes, et al., (1993) donde los parámetros a tomar en cuenta son una lista de gran extensión y de difícil medición (Distribución del paisaje, Geomorfología, Factores bióticos, Productividad, Atractivos naturales, factores socioeconómicos, uso de suelo, tipo de propiedad, nivel de urbanización Rasgos antropogenicos, entre otros, cada uno de estos dividido en factores o niveles, dando cerca de 50 factores a medir).

Sistema de Información Geográfica.

En el caso del sistema de información geográfica, se logró automatizar el proceso de regionalización y la aplicación del Modelo Ecológico y su evaluación al permitir calibrar y realizar pruebas previas de manera sencilla y dinámica.

El objetivo de generar un SIG es la existencia de medio para un seguimiento y planeación a futuro de una manera rápida y eficaz, esto tan solo se puede obtener al mantener actualizada de forma sistemática la base de datos.

Al unir el Modelo Ecológico, la base de datos y la regionalización por medio del SIG se obtiene que cualquier cambio o reevaluación por parte de los indicadores, los índices o cambios en los usos de suelo que afectaran la regionalización, será fácilmente registrado y las respuestas a estos cambios se observaran de forma inmediata. Cumpliendo así con el objetivo principal de la creación de un SIG para este tipo de estudios.

CONCLUSIONES

Las metas de la conservación en la zona costera deben ir más allá de la preservación de especies. Al determinar áreas costeras propicias a la conservación se da un paso hacia la conservación de la biodiversidad y de los bienes y servicios ecológicos.

Es necesario disponer de indicadores que transmitan una imagen del estado del medio ambiente. Para así evaluar continuamente y unir esta información con la protección y elaboración de programas de manejo que reflejen realmente las necesidades y cualidades del área.

La construcción de modelos ecológicos nos permite la evaluación de diferentes elementos o conceptos dentro del medio ambiente a partir de elementos ya conocidos o de fácil obtención.

La selección de Indicadores Ambientales debe orientarse a las necesidades de la zona, para que los datos aportados por estos sean aplicables y útiles en los planes de manejo de la región.

Los indicadores ambientales seleccionados cumplen los criterios básicos propuestos por la OCDE para la elaboración y elección de los indicadores ambientales, para poder tener un seguimiento continuo y una actualización sistematizada, lo que valida y justifica el uso de estos en el Modelo Ecológico de conservación planteado

Los indicadores ambientales elegidos para este trabajo permiten la definición de unidades ambientales con potencial de conservación al evaluar la calidad del medio, las presiones sobre este, la vulnerabilidad a factores extrínsecos e intrínsecos, y finalmente tomar en cuenta la respuesta antrópica hacia el medio que viene siendo el factor preponderante en la conservación.

La inserción del modelo ecológico en el marco de la planificación ambiental da una herramienta más al proceso de diagnóstico al proporcionar información sobre el medio de una forma sintetizada y de forma sencilla, lo que facilita el trabajo en la toma de decisiones.

La elaboración del Modelo Ecológico de Evaluación para Conservación, paso por puntos críticos como son: la falta de información o la dispersión de la existente, además de ser necesario la existencia de puntos básicos de comparación en la evaluación de los indicadores.

El modelo Ecológico planteado basa sus resultados en la calidad de la información existente, de ahí que la elección de los indicadores ambientales y la información que estos provean deba ser lo más confiable posible.

El modelo ecológico obtenido, de modo general puede ser usado en otras regiones para designar zonas con potencial de conservación, tan solo es necesario la elección de indicadores ambientales específicos para cada zona.

La designación de áreas con potencial de conservación en la Región Península de Punta Banda – Estero Punta Banda es necesaria al presentar esta zona lugares con alto estado de conservación pero sin ningún estatus de protección o plan de manejo para la zona. El modelo ecológico aplicado presento grandes coincidencias con otros empleados anteriormente para la zona, principalmente en los niveles altos y muy altos de conservación.

Las áreas costeras propicias a la conservación, bien planteadas pueden lograr más que la sola protección de hábitats críticos y especies en peligro; pueden, al proveer un marco de referencia para la aplicación de un manejo adecuado, establecer y mantener vínculos y retroalimentación entre ciencia y política

La aplicación de un Modelo Ecológico plantea la necesidad de una base de datos automatizada, que se actualice constantemente de forma sistemática además de un continuo seguimiento y calibración del Modelo Ecológico, a partir de las bases de datos y la confirmación en campo. Radicando aquí la importancia del SIG ya que proporciona los medios para el monitoreo continuo, además da lugar a la difusión de esta información en una manera sencilla y eficiente, hacia los tomadores de decisiones o a la sociedad misma.

BIBLIOGRAFÍA

- Arámburo-Vizcarra G. (1993). *Tourism Development and Political Conflicts in a Coastal Zone: The Case of Punta Banda-La Bufadora Region*. pp 14-23. En J.L.Fermán-Almada, L. Gómez-Morin-Fuentes y D.W. Fischer (Eds.). *Coastal Management in Mexico: The Baja California Experience*. Coastlines of the Word Series. O.T. Magoon (Series Ed.) American Society of Civil Engineers. New York, N.Y. USA.
- Arriaga-Cabrera L., E. Vázquez-Domínguez. J. González- Cano, R. Jiménez-Rosenberg, E. Muñoz-López, y V. Aguilar-Sierra (1998). *Regiones Prioritarias Marinas de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Ahumada-Cervantes B. (2000). *Índices Ecológicos para la Evaluación y la Gestión Ambiental: Aplicación en un Estudio de Caso (Punta Banda, Ensenada, Baja California, México)*. Tesis Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada B.C. México.
- Ayuntamiento de Ensenada y Gobierno del Estado de Baja California, (1995). *Programa de Desarrollo Urbano de Ensenada*. Versión Abreviada. Talleres Gráficos de Baja California. Ensenada, B.C. 73 p.
- Bakkes J.A., G.J. Van den Born, J.C. Helder, R.J. Swart, C.W. Hope, J.D.E. Parker (1994). *An Overview of Environmental Indicators: State of the Art and Perspectives*.
- Bassols B.A. (1987). *Geografía Económica de México*. 5a Edición. Editorial Trillas. México.
- Bennett-Domínguez J. (1990). *Vocación de uso turístico de la planicie costera del Estero de Punta Banda, Baja California*. Trabajo terminal para obtener el diploma de especialidad en Administración de Recursos Marinos. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada B.C. México.

- Belnap J. (1998). *Environmental Auditing. Choosing Indicators of Natural Resource Condition: A case Study in Arches National Park, Utah, USA*. Environmental Management Vol. 22, No. 4, pp.635-642.
- Bojórquez-Tapia, L.A. (1993). *Suitability Assessment for Coastal Development Projects in Mexico*. En: J.L. Fermán Almada, L Gómez-Morin Fuentes, D.W. Fischer (Eds.). *Coastal Management in Mexico: The Baja California Experience*. Coastlines of the Word Series. O.T. Magoon (Series Ed.) American Society of Civil Engineers, New York N.Y. pp. 94-108
- Cendrero-Uceda A. (1982) *Técnicas e instrumentos de análisis para la evaluación, planificación y gestión del medio ambiente*. No. 6 C.I.F.C.A., Madrid
- Cendrero-Uceda A. y J.R. Díaz de Terán (1987): *The environmental Map System of the University of Cantabria, Spain*. En P.Arndt y G. Lüttig (eds.): *Mineral Resource Extraction, Environmental Protection and Land-Use Planning in the Industrial and Developing Countries*. Schweizerbart-Verlag, Stuttgart. pp149-181
- Cendrero-Uceda A. (1989). *Mapping and Evaluation of Coastal Areas for Planning*. Ocean and Shoreline Management. Vol. 12, pp 427-462.
- Cendrero-Uceda A., J.R. Díaz de Terán, D González, V. Mascitti, R. Rotomdaro y R. Tecchi (1993). *Environmental Diagnosis for Planning and Management in the High Andean Region; the Biosphere Reserve of Pozuelos, Argentina*. Environmental Management, Vol.17, No.5, pp 683-703.
- Cendrero-Uceda A. (1997). *Indicadores de desarrollo sostenible para la toma de decisiones*. Naturzale, 12 5-25.
- Cendrero -Uceda A., D.W. Fischer (1997). *A procedure for Assessing the Environmental Quality of Coastal Areas for Planning and Management*. Journal of Coastal Research, 13(3), 723-744.
- Clarke K.C. (1997). *Getting Started with Geographic Information System*. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey.

- COPLADEM (Comité de Planeación para el Desarrollo del Municipio de Ensenada). (1990). *Plan Municipal de Desarrollo de Ensenada 1990-1992*. XIII Ayuntamiento de Ensenada, B.C.
- Cruz-Varela A. (1997). *Planificación Integral del Desarrollo Costero para el Corredor Bahía Kino-Guaymas en el estado de Sonora*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada B.C. México.
- De_Fontaubert A.C., D.R. Downes, T.S. Agardy, (1996). *Biodiversity in the Seas: Implementing the convention on biological diversity in marine and coastal Habitats*. IUCN Gland and Cambridge, Cambridge.
- Dirección General de Ecología- Gobierno del Estado de Baja California. (1994). *Plan de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Baja California*. México.
- Encalada, R.R. y E. Millán (1990). *Impacto de las Aguas Residuales y Domésticas sobre las Comunidades Bentónicas de la Bahía de Todos Santos, Baja California, México*. Ciencias Marinas 16(4):121-139.
- Environment Canada (1996). *Canada's National Environmental Indicators series*. Environment Canada.
- Escofet A.(1992a). *Informe de Avance. Microregión La Bufadora-Estero de Punta Banda. Conservación*. Ensenada, Baja California.32pp.
- Escofet A. (1992b). *Microregión La Bufadora-Estero de Punta Banda: Informe final de conservación*. Ensenada, Baja California. 113 pp.
- Ferman-Almada J.L. (1994). *Programa de Manejo Integrado de la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada B.C. México

García-Gastélum A., (1999). *Integración del Concepto de Indicadores Ambientales dentro del marco metodológico de la planeación ambiental: Caso estudio San Quintín Baja California México*. Tesis Maestría. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada B.C. México.

Gómez-Morin Fuentes L. y J.L. Fermán Almada (1991). *Classification System of Environmental Units for Land Use and Coastal Planning in Baja California, Mexico*. Coastal Zone '91. Proc. 7th. Symposium on Coastal and Ocean Management. American Society of Civil Engineers (ASCE), New York, N.Y., pp.423-430.

Gómez-Morin Fuentes L., J.L. Fermán Almada, A. Escofet, I. Espejel-Carbajal, y G. Torres-Moye. (1993) *Coastal Lagoon Management in Baja California, Mexico*. En Sorensen J. Gable F. y Bandarin F. (Editors) *The Management of Coastal Lagoons and Enclosed Bays*. American Society of Civil Engineers. New York. pp110-118

Gómez-Morin Fuentes L. (1994). *Marco Conceptual y Metodológico para la Planificación Ambiental del Desarrollo Costero en México: La Experiencia de Baja California*. Tesis Maestría. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada B.C. México.

Gómez-Orea D. (1980). *El Medio Físico y la Planificación*. Cuadernos del centro Internacional de Formación en Ciencias Ambientales, No. 10 y 11. 2a Edición. CIFCA, Madrid. 299pp

Hammond A., A. Adriaanse, E. Rodenburg, D. Bryant, R. Woodward (1995). *Environmental Indicators: A Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development*. Word Resources Institute. Washington D.C.

Heywod V.H., R.T. Watson (1995). *Global biodiversity assessment*. NEP. Cambridge University Press. Cambridge.

INEGI(Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática), (1982). *Carta Edafológica. 1:250 000.Ensenada H11-2*. Dirección General de Geografía del Territorio Nacional, INEGI-SPP.

- INEGI (1989a). *Carta Hipsográfica en Relieve*. 2a. reimpresión. Dirección Nacional de Geografía, INEGI-SPP, México D.F.
- INEGI (1989b). *Atlas Geográfico de Baja California*. INEGI-SPP, México, D.F.
- INEGI (1990). *XI Censo General de Población y Vivienda para Baja California*. Aguascalientes. 84 p.
- INEGI (1993). Fotografía Aérea. 1:75000. Líneas de vuelo 6,7 y 8. Ensenada H11-2
- Kaly U., L. Briguglio, H. McLeod, S. Schmall, C. Pratt, R. Pal (1999). *Environmental Vulnerability Index (EVI) to summarize national environmental vulnerability profiles*. South Pacific Applied Geoscience Commission. SOPAC Technical Report 275. Executive Summary. Fiji.
- Kelleher G., R. Kenchington (1991). *Guidelines for establishing marine protected areas: A marine conservation and development report*. The World Conservation Union. Suiza.
- Kramer, G.W. y R. Migoya (1989). *The Pacific Coast of Mexico*. En Smith, L.M., R.L. Pearson, y R.M. Kaminski (Eds.), *Habitat Management for Migrating and Wandering Waterfowl in North America*. Texas Tech University Press. 507-528 pp.
- Leyva-Aguilera J.C., M. Angoa y M. Santos (1997). *El Estero de Punta Banda: Un Diagnostico para su Protección*. Universidad Autónoma de Baja California, Pronatura Península de Baja California y Pro-Esteros. Ensenada, B.C. México.
- Lindsey G., J. Wittman, M. Rummel (1997). *Using Indices in Environmental Planning: Evaluating Policies for Wellfield Protection*. Journal of Environmental Planning and Management, 40(6), 685-703.
- Luccarelli, M. (1995) *Lewis Mumford and the ecological region. The politics of planning*. The Guilford Press. Londres.

- Maclaren, V. (1996). *Urban sustainability reporting*, Journal of the American Planning Association, 62(2), pp.184-202.
- Martínez-Rocha, I. A. (1991). *Estudio de Vocación de Uso de Suelo de una Región de la Bahía de Todos Santos, Municipio de Ensenada B.C.* Trabajo terminal para obtener el diploma de especialidad en Administración de Recursos Marinos. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada B.C. México
- Mcneely J.(1994). *Introduction to a special issue on protected areas*. Biodiversity Conservation, 3:387-389.
- McHarg I.L. (1969). *Design with Nature*. American Museum of Natural History. Garden City. New York.
- Morón-Ríos A. (1995). *Selección de Criterios para la Identificación de Indicadores Ambientales*. No publicado.
- Nijkamp P. and P. Rietveld (1990). *Multicriteria Evaluation in Physical Planning*. Elsevier Science Publications. Amsterdam. The Netherlands 219 pp.
- Norse E.A. (1994). *Global Marine Biological Diversity*. Island Press, Washington, D.C.
- NRC (National Research Council), (1995). *Understanding marine biodiversity. A research agenda for the nation*. National Academy of Sciences. National Academy Press, New York.
- OEA (Organización de Estados Americanos), (1992). *Programa de Ordenamiento Ecológico para el Desarrollo Urbano y Turístico de la Microregión de Punta Banda –Estero de Punta Banda, B.C.* Secretaría de Desarrollo Social / Instituto Nacional de Ecología. México, D.F.

- OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) (1994). *Environmental Indicators - Indicateurs D'environnement*. Head of Publications Service OECD. Paris Francia.
- Ott, W.R. (1978). *Environmental Indices Theory and Practice* (Ann Arbor, MI, Ann Arbor Science).
- SAGAR (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural). (1999). *Evaluación y Plan de Cultivos*. Centro de Apoyo, Distrito de Desarrollo Rural 001. Ensenada B.C., México.
- SAHOPE (Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Publicas) (1994). *Programa Regional de Desarrollo Urbano, Turístico y Ecológico del Corredor Costero Tijuana-Ensenada*. Versión abreviada. Mexicali B.C. 49 pp. México
- Sañudo S., I Rivera, J.A., Segovia, M.A. Orozco, F. Delgadillo, E. Morales, J. Del Valle (1985). *Estado Actual de la Contaminación Marina en la Bahía de Todos santos, B.C.: Diagnostico y Alternativas para su Reducción y Control*. Reporte Técnico 85-1, Instituto de Investigaciones Oceanológicas -U.A.B.C., 32pp.
- SEDUE (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología), (1988). *Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio*. Subsecretaría de Ecología, Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica, México, D.F. 356 pp.
- Seingier-Hourdin G. (1999). *Sistematización del proceso de regionalización con un Sistema de Información Geográfico (S.I.G.) en la región Punta Banda - El Rosario, Baja California, México*. Trabajo terminal para obtener el diploma de especialidad en Administración de Recursos Marinos. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada B.C. México
- SEMARNAP (Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca) (1995). *Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas: Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado*. Publicación Especial 1. 97 pp. México

- SEMARNAP (1996). *Programa de Áreas Naturales Protegidas de México 1995-2000*. Instituto Nacional de Ecología. México.
- SEMARNAP-EPA (1997) *Reporte de Indicadores Ambientales para la Región Fronteriza México - Estados Unidos*. 48 pp.
- SEMARNAP-INE (1997). *Avances en el Desarrollo de Indicadores para la Evaluación del Desempeño Ambiental en México*. México.
- Slocombe, D.S. (1993) *Environmental planning, Ecosystem Science, and Ecosystem Approaches for integrating Environment and Development*. Environmental Management. Vol 17, No. 3, pp 289-303
- Sorensen J.A., S.T. McCreary, y A. Brandani (1992). *Costas: Arreglos Institucionales para Manejar Ambientes y Recursos Costeros*. Renewable Resources Information series, *Coastal Management Publication* No. 1. 1a. Edición Castellana. National Park Service, U.S. Department of the Interior and USAID. 185 p.
- Walz R. (2000). *Development of Environmental Indicator systems: Experiences from Germany*. Environmental Management Vol. 25, No. 6, pp. 613-623.
- WCMC. (1992). *Global biodiversity: Status of the earth's living resources*. Chapman & Hall, Londres.
- Weber, P. (1993) *Abandoned seas. Reversing the decline of the oceans*. Worldwatch Paper 116, Wordwatch Institute, Washington, D.C.