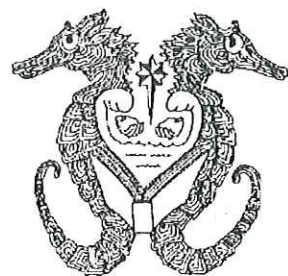


Universidad Autónoma de Baja California



**Facultad de Ciencias Marinas
Maestría en Oceanografía Costera**

**INTEGRACIÓN DEL CONCEPTO DE INDICADORES
AMBIENTALES DENTRO DEL MARCO METODOLÓGICO DE LA
PLANIFICACIÓN AMBIENTAL: CASO DE ESTUDIO VALLE DE
SAN QUINTÍN BAJA CALIFORNIA, MEXICO.**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRIA EN CIENCIAS EN OCEANOGRAFIA COSTERA

PRESENTA

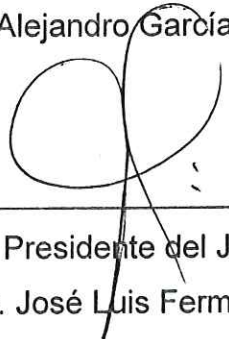
ALEJANDRO GARCIA GASTELUM

**INTEGRACIÓN DEL CONCEPTO DE INDICADORES AMBIENTALES
DENTRO DEL MARCO METODOLÓGICO DE LA PLANIFICACIÓN
AMBIENTAL: CASO DE ESTUDIO VALLE DE SAN QUINTÍN, BAJA
CALIFORNIA MEXICO.**

TESIS

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

Oc. Alejandro García Gastelum



Presidente del Jurado

M. C. José Luis Fermán Almada



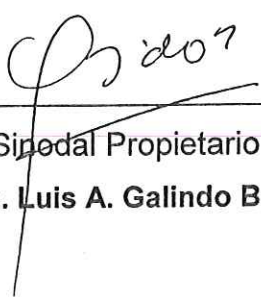
Sinodal Propietario

M. C. Antonio Cruz Varela



Sinodal Propietario

M. C. Concepción Arredondo García



Sinodal Propietario

M.C. Luis A. Galindo Bect

RESUMEN

Se integran los conceptos de indicadores ambientales y planificación ambiental y se propone un modelo general y cuatro modelos específicos de evaluación de capacidad de conservación, desarrollo urbano, agrícola y de atractivos turísticos en la región del valle de San Quintín, Baja California México, con base en el modelo Presión-Estado-Respuesta de indicadores ambientales y la fase de diagnóstico de la planificación ambiental. Se utilizó como herramienta de apoyo para la valoración de los modelos, la generación de la cartografía y el análisis de resultados, un sistema de información geográfica. Se generó como resultado, la regionalización y caracterización de 125 unidades ambientales, que cubren un área de 72,372-17-45.00 hectáreas. Se generaron 4 mapas de capacidad de uso de suelo como resultado de los modelos específicos de evaluación. La zona presentó capacidades de: Media y Alta para la conservación (31 y 30 %); Alta y media para el desarrollo urbano (38 y 34 %); Muy alta y Baja para la agricultura (40 y 30%) y Baja y alta para atractivos turístico (47 y 28 %).

DEDICATORIA

A mis padres con el amor que muchas veces no se expresa como quisiera: Catalina y Gilberto.

A mi compañera, amiga y esposa Raquel, con todo mi amor, sosten de mis anhelos y esperanzas.

A mis hermanos Benjamin, Cristina, Gilberto y Marcela.

A mi segunda familia Oscar, Rosa María y mi cuñada favorita Claudia.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia Y Tecnología, por el apoyo financiero otorgado.

Al M.C. Jose Luis Ferman Almada, quien una vez más esta presente en uno de los momentos más importante de mi formación, todo mi agradecimiento.

A todo el grupo de manejo de zona costera, Dr. David W. Fischer, M.C. Concepción Arredondo G., M.C. Antonio Cruz Varela, M.C. Luis A. Galindo Bect, Oc. Roberto Perez Higuera, por el apoyo que me brinda cada uno de ellos y ante todo por la amistad y el mostrarme con el ejemplo, que la actitud hacia el trabajo en equipo, es uno de los elementos claves para el logro de muchas metas.

A mis amigos Ramon y Julia, siempre acompañando y apoyando a mi familia.

A la familia Morales Garibaldi y especialmente a Dany, la niña que nos ha brindado su amor y alegrías.

A todos mis compañeros de la maestría, por todos los sabores y sinsabores que nos dejó la maestría.

A la Facultad de Ciencias Marinas, y todo el personal que en ella labora, que me ha dado educación, trabajo, alegrías y penas.

INDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Indicadores Ambientales	4
1.2	La planificación ambiental.....	5
1.3	El concepto de la escala en la planificación e indicadores ambientales.	7
2	ANTECEDENTES.....	9
3	OBJETIVOS.....	13
3.1	General	13
3.2	Específicos.....	13
4	HIPOTESIS.....	14
5	METODOLOGÍA.....	15
5.1	Modelo General de Indicadores Ambientales.....	16
5.2	El modelo General de Planificación. ambiental.....	17
5.2.1	Fase de diagnóstico.	17
5.2.1.1	Caracterización e inventario del medio físico y antrópico.	18
5.2.1.2	Evaluación de la capacidad.....	23
5.3	Modelo propuesto.....	25
5.4	Caso de estudio.....	25
5.5	Sistema de Información Geográfico.	26
6	CASO DE ESTUDIO.....	28
6.1	Localización.	28
6.2	Descripción general.	28
7	RESULTADOS.	31
7.1	Regionalización	31
7.1.1	Delimitación del caso de estudio.	31
7.1.2	Sistema de clasificación	33
7.1.3	Mapas.....	34
7.1.4	Fichas descriptivas.....	40
7.1.5	Evaluación	42
7.1.6	Modelo general.....	43
7.2	Modelos específicos.....	44
7.2.1	Conservación.	46
7.2.2	Desarrollo Urbano.....	49
7.2.3	Agricultura.....	51
7.2.4	Modelo de Atractivos turísticos	53
7.2.5	Sistema de información Geográfico.	55
8	DISCUSIONES	56
8.1	Indicadores ambientales.....	56
8.2	Regionalización	56
8.3	Modelo general	57
8.4	Modelos específicos.....	59
8.4.1	Conservación.	59
8.4.2	Desarrollo urbano	60
8.4.3	Agricultura.....	61
8.4.4	Atractivos turísticos.	62
8.4.5	Integración y Sistema de Información Geográfico.....	63
9	CONCLUSIONES	65
10	REFERENCIAS.....	67

INDICE DE TABLAS

Tabla I. Descripción de los tipos de indicadores del modelo PER, INEGI, 1998.	3
Tabla II. Criterios de selección de los indicadores ambientales (Cendrero, 1997).	5
Tabla III. Niveles del proceso de planificación ambiental (Gomez-Morin, 1995).	7
Tabla IV. Países con programas de Manejo Costero tomado de Cincin-Sain B. y Knecht W. R, (1998).	11
Tabla V. Fases y etapas de la planificación ambiental, (Tomado de Gómez-Morín, 1994).	17
Tabla VI. Criterios rectores para la delimitación de las unidades ambientales.	20
Tabla VII. Factores considerados para la descripción y evaluación de la capacidad de uso (Gómez-Morin, 1994).	22
Tabla VIII. Rangos de las clases de capacidad.	25
Tabla IX. Criterios de selección del caso de estudio.	26
Tabla X. Crecimiento demográfico del Valle de San Quintín (Gob, Edo., B. C., 1998).	30
Tabla XI. Límites del caso de estudio.	31
Tabla XII. Vértices del Polígono del Centro Urbano de San Quintín, B C. (SAHOPE, 1995).	33
Tabla XIII. Sistema de clasificación de unidades ambientales.	33
Tabla XIV. Ficha descriptiva del área de estudio.	41
Tabla XV. Peso de los factores evaluados.	42
Tabla XVI. Usos y atractivos evaluados.	43
Tabla XVII. Criterios e indicadores ambientales.	45
Tabla XVIII. Área de cobertura por región hidrológica.	56
Tabla XIX. Área de paisajes y porcentaje correspondiente.	57
Tabla XX Distribución de áreas por uso de suelo.	57
Tabla XXI. Capacidad de conservación por área.	59
Tabla XXII. Capacidad de uso urbano por área.	60
Tabla XXIII. Capacidad de uso agrícola por área.	61
Tabla XXIV. Capacidad de atractivos turísticos por área.	62

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo Presión-Estado-Respuesta, OCDE, 1995.....	2
Figura 2. Diagrama general de integración de indicadores dentro del marco metodológico de planificación ambiental.....	15
Figura 3. Pirámide de la Información (Allen, H. et. Al., 1995).....	16
Figura 4. Localización del área de estudio.....	29
Figura 5. Límites del caso de estudio.....	32
Figura 6. Sistema Costero terrestre.....	35
Figura 7. Mapa de hidrología superficial.....	36
Figura 8. Mapa de Paisajes.....	37
Figura 9. Mapa de usos de suelo.....	38
Figura 10. Mapa de unidades naturales.....	39
Figura 11. Modelo general de integración.....	44
Figura 12. Modelo de capacidad de conservación.....	47
Figura 13. Mapa de capacidad de conservación.....	48
Figura 14. Modelo de capacidad de uso urbano.....	49
Figura 15. Mapa de capacidad de desarrollo urbano.....	50
Figura 16. Modelo de capacidad de uso agrícola.....	51
Figura 17. Mapa de capacidad de uso agrícola.....	52
Figura 18. Modelo de capacidad de atractivos turístico.....	53
Figura 19. Mapa de capacidad de atractivos turísticos.....	54
Figura 20. Modelo de integración del SIG.....	55
Figura 21. Integración de indicadores a la fase de diagnóstico de la planificación.....	58
Figura 22. Sistema de Información.....	64

1 INTRODUCCIÓN.

La atención en el desarrollo sostenible y el interés público sobre el ambiente, a estimulado a los gobiernos alrededor del mundo a reexaminar su capacidad de evaluar y monitorear el estado del ambiente, con el objetivo de detectar cambios en sus condiciones y tendencias. De esta manera los indicadores ambientales, cuya función principal es cuantificar y simplificar la información ambiental, han tomando gran importancia como herramientas para la planeación y seguimiento del curso hacia el desarrollo sostenible. (OCDE, 1998).

El objetivo central de la planificación del desarrollo es lograr la dignificación del hombre y mejorar la calidad de vida de la población, en términos sociales y ambientales (Riffka y Fernández, 1981, en Gomez-Morin, 1994). Bajo este concepto, es recomendable para los países en vías de desarrollo, utilizar enfoques técnicos de evaluación de uso de suelo sencillos, que puedan aplicarse considerando las condiciones socioeconómicas de estos países. Por consecuencia es deseable que cumplan con el criterio de bajo costo, requerimientos que cubren como se discute en capítulos posteriores, el uso de indicadores ambientales.

Uno de los esquemas conceptuales de indicadores ambientales más aceptados a escala global, es el propuesto por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), denominado Presión-Estado-Respuesta (**PER**), (Fig. 1). Desarrollado a solicitud del grupo de los siete países más desarrollados del mundo a partir de 1988, con la finalidad de identificar indicadores ambientales para apoyar la toma de decisiones, considerando tanto factores ambientales como económicos (Environment Canada, 1996).

El marco metodológico **PER** se basa en el concepto de la causalidad: es decir, las actividades humanas ejercen **PRESIONES** sobre el ambiente que cambian la calidad y cantidad de los recursos naturales (**ESTADO**), la sociedad **RESPONDE** a través de políticas ambientales, económicas y sectoriales (Figura 1, Tabla I).

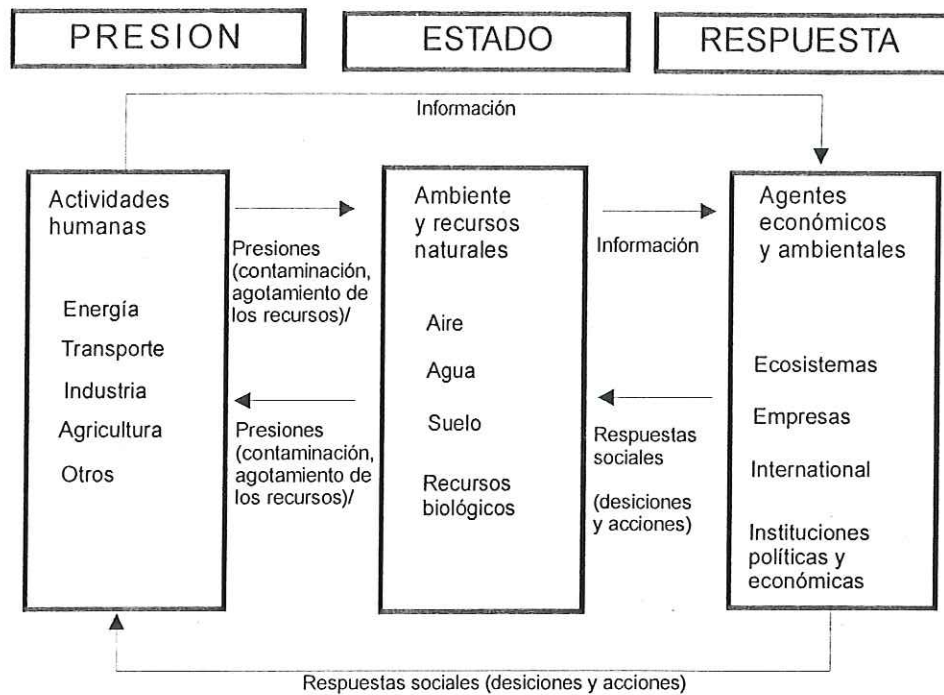


Figura 1. Modelo Presión-Estado-Respuesta, OCDE, 1995.

Es posible tomar este marco conceptual y adaptarlo dentro del proceso de planificación ambiental, debido a que los conceptos de **estado** y **presión**, se componen de factores que pueden ser evaluados y definir con ello, una política ambiental y uso de suelo, con el objetivo central de mejorar la calidad de vida de la población y aplicarlo a una región en particular.

El modelo **PER**, puede funcionar como un proceso cíclico, en donde las **presiones** que ejerce la sociedad con el desarrollo de sus actividades económicas, inciden sobre el estado del ambiente. Por otro lado al evaluar y diagnosticar el **estado**, se genera una serie de **respuestas** de carácter normativo. Estas respuestas a su vez actúan sobre las presiones, dando lugar a un proceso continuo, que se conoce como proceso de reevaluación.

Tabla I. Descripción de los tipos de indicadores del modelo PER, INEGI, 1998.

Indicador	Significado
Presión	Describe las presiones ejercidas sobre el ambiente por las actividades humanas, como es el caso de las emisiones de gases a la atmósfera y su evolución en el tiempo.
Estado	Se refiere a la calidad del ambiente, así como a la cantidad y estado de los recursos naturales, por ejemplo, la calidad del aire evaluada a través de la medición de las concentraciones de contaminantes atmosféricos.
Respuesta	Representan los esfuerzos realizados por la sociedad o por las autoridades para reducir o mitigar la degradación del ambiente. Estos indicadores son de los más embrionarios en su desarrollo, debido a la complejidad de medir cuantitativamente como una acción de respuesta contribuye a la solución de un problema ambiental.

El concepto de desarrollo sostenible es definido como: "desarrollo que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de generaciones futuras para cubrir las suyas", de acuerdo con la definición del informe Bruntland (Comisión de Naciones Unidas sobre Medioambiente y Desarrollo, 1987, en Cendrero, 1997).

Cendrero (1997), propone medir el grado de sustentabilidad de una región a través de la identificación de indicadores ambientales tomando como base los conceptos propuestos por el programa SCOPE (Scientific Committee on Problems of the Environment). Por otro lado, Gómez-Morín, *et al*, (1994), propone como ruta para alcanzar dicho desarrollo, a la planificación ambiental con base en el manejo integrado recursos naturales.

El presente trabajo pretende integrar el concepto de indicadores ambientales propuesto por la OCDE, dentro del marco de la planificación ambiental, con el propósito de simplificar la evaluación de las **presiones** y **estados** del ambiente, para determinar una **respuesta** en términos de políticas ambientales y de uso de suelo.

1.1 Indicadores Ambientales

Los indicadores ambientales se definen como estadísticas o parámetros que proporcionan información y/o tendencias de las condiciones de los fenómenos ambientales. Su significado va más allá de la estadística misma, pretendiendo proveer información que permita tener una medida de la efectividad de las políticas ambientales, a lo que se conoce como desempeño ambiental (Cendrero, 1997).

El desempeño de los indicadores contienen tres elementos fundamentales: inicialmente cuantifican la información de forma tal que su significancia es rápidamente manifiesta, así como también sintetizan la información sobre un complejo fenómeno para facilitar la comunicación; y consecuentemente son un instrumento eficaz para transmitir información de manera significativa, dentro del proceso de toma de decisiones (Allen H *et. al*, 1995 y Cendrero, 1997).

Cendrero y Fischer, (1997), señalan que existen al menos 5 elementos a considerar durante el procedimiento de selección y determinación de indicadores dentro del proceso de evaluación o valoración ambiental: Detectar, dentro del enorme número de elementos cuales son los adecuados para construir un índice; Delimitar, no es posible incluir todos los elementos relevantes y entonces ¿cuales elementos deben ser considerados?; Evaluar, cada elemento de interés en el ambiente debe ser evaluado, ¿como puede determinarse la unidad de medida para cada uno de ellos?; Medida común, diferentes elementos necesitan diferentes unidades de medidas ¿como puede encontrarse un índice para la zona completa?, y peso, cada elemento no tendrá la misma importancia, ¿como puede determinarse que elementos son más importantes respecto a otros dentro de la zona?.

En acuerdo con estos autores, es complicado el proceso de selección y valorización de indicadores, en virtud de que se consideran argumentos discutibles (juicios de valor), por parte de los involucrados. Sin embargo, la intención de este trabajo es aportar elementos para obtener técnicas de selección y evaluación de indicadores ambientales mejor reproducibles.

Dentro del modelo **PER**, el estado y la presión que reflejan las condiciones de demanda y oferta ambientales actuales, es el tema que nos ocupa y a partir de los cuales se van a desarrollar los indicadores, así mismo la obtención y selección de los indicadores, deberá cumplir con los criterios indicados en la tabla II.

Tabla II. Criterios de selección de los indicadores ambientales (Cendrero, 1997).

Criterio:	Descripción:
Fácilmente cuantificable	La obtención de sus valores debe ser sencillos de obtener.
Económicamente viable	La medición de los indicadores, no deberá ser excesivo de acuerdo a las condiciones económicas de la región, que no requiera recursos muy cuantiosos o exija sacrificios dolorosos.
Eficiente.	Su medición deberá reflejar verazmente las condiciones del ambiente, así como reflejar oportunamente cualquier cambio en el mismo.
Ambientalmente realista	El indicador deberá ajustarse a los problemas ambientales actuales y relevantes en la región, es decir estar acorde con el funcionamiento y limitaciones de los sistemas naturales.
Socialmente justo	Deberá cumplir con el requisito de equidad social, evitando desigualdades que no son éticamente admisibles y que pueden dar lugar a tensiones que hagan el sistema inviable.
Políticamente aceptable	Que no sea rechazado por la sociedad.

1.2 La planificación ambiental.

En 1950, la publicación de *Town and Country Planning Textbook*, en Gran Bretaña, contiene el capítulo "Surveys for planning" por J. Tyrwhitt, combina cuatro tipos temáticos de información: topografía, geología superficial, hidrología y edafología, los cuales combinaba utilizando la técnica de sobreposición, en un solo mapa denominado "Características del suelo", para análisis de suelo e interpretación (Clarke, 1997).

Por otro lado McHarg, (1971), aplica el concepto de "*determinismo fisiográfico*" que aplicó de manera circunstancial en el desarrollo residencial de "Green Spring and Wortington Valleys", en los Estados Unidos. Este concepto revela el patrón óptimo de

desarrollo y sugiere que el desarrollo debe responder a la operación de los procesos naturales que pueden variar de región en región, constituyéndose en el primer paso para la integración de los procesos naturales y el ámbito de la planificación, dando inicio a lo que hoy conocemos como planificación ambiental.

La planificación ambiental, se origina para proteger y mejorar el ambiente que rodea a las sociedades y a los individuos. Se centra sobre el ambiente, la gente y sus comunidades así como en los efectos de otras actividades de desarrollo y se basa fuertemente en el análisis descriptivo del medio (Slocombe, 1993 en Gomez-Morin, 1994).

Barnet, (1993), propone que se requiere de la innovación de cuatro políticas, que adicionadas a la legislación ambiental existente llevaría al exitoso manejo del crecimiento regional y planeamiento local: a) leyes que establezcan límites de crecimiento alrededor de las ciudades existentes y relacionar los nuevos desarrollos con la disponibilidad de infraestructura e instalaciones públicas, b) regionalización local acoplando el desarrollo a la capacidad de uso de suelo y el medioambiente; c) políticas públicas que originen la creación de comunidades con el objetivo primario de regulación del desarrollo y d) la restauración de sistemas naturales en áreas urbanas olvidadas y otras políticas para restaurar la vitalidad de viejas ciudades.

Existen dos factores que condicionan la forma y el papel de la planificación de un país; su estructura institucional y la etapa de su desarrollo, en nuestro país, la planificación del aprovechamiento de los recursos naturales, es una necesidad que a través de los años se ha solventado, en términos puramente económicos en menoscabo del medio ambiente que finalmente forma parte de los factores de producción Gomez-Morin, (1994).

1.3 El concepto de la escala en la planificación e indicadores ambientales.

El proceso de planificación reconoce tres niveles de aplicación de acuerdo a la escala a la que se aplica, particularmente cuando se plantea integrar el ámbito espacial con el social y económico. Dichos niveles se identifican como macro, meso y micro, cuyos propósitos y productos difieren entre sí, (Tabla III), (Cendrero, 1989).

Tabla III. Niveles del proceso de planificación ambiental (Gomez-Morin, 1995).

Nivel	Propósito
Macro	Definir la política de desarrollo, las áreas estratégicas donde se aplicará, y las líneas de acción generales
Meso	Definición de actividades sectoriales y la planificación ambiental
Micro	Atender al desarrollo de proyectos específicos y su localización espacial, así como a la evaluación de los impactos ambientales generados por los mismos

El producto que se obtiene en el *nivel macro*, es el Plan Nacional de Desarrollo, del cual se desprenden los Programas de Desarrollo Sectoriales. En este nivel es congruente que el énfasis se dé 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. En el *nivel meso*, los análisis son más específicos. Se da importancia a la determinación de la demanda social y la descripción, análisis y evaluación ambiental que se identifica como la caracterización de la oferta ambiental. Finalmente en el *nivel micro*, se evalúa en el ámbito de proyectos a través de herramientas muy específicas como los manifiestos de impacto ambiental.

Al igual que el proceso de planificación el concepto de indicadores se sitúa bajo el concepto de la escala de aplicación, los criterios de selección a gran escala o nivel meso donde predomina la problemática económica se encuentran definidos dentro del Sistema de Contabilidad Nacional (SCN), a través del Producto Interno Bruto (PIB). Sin embargo la Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, establece ajustar el PIB, considerando el capital ecológico y los servicios ambientales que este

presta, en términos económicos para obtener el Producto Nacional Neto Ecológico (Art. 15 fracc. XIX, LEGEEPA)

Por otro lado, la escala meso, comprende a los Planes y Programas de Ordenamiento Ecológico de los estados, como el caso de Baja California. La Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente de Baja California, establece en el art. 43, que el plan deberá ser considerado en los planes de desarrollo urbano estatal y municipales. Art. 43 fracc. I, LEEPABC, POE, 1992).

En este trabajo se pretende integrar los indicadores ambientales al ámbito de la planificación ambiental a nivel de la escala meso, con el fin de caracterizar la oferta ambiental para soportar una determinada demanda de uso de los recursos naturales.

2 ANTECEDENTES

A principios de la década de los setentas, Thomas (1971), realiza la definición de indicadores de calidad ambiental, posteriormente a finales de la década de los ochentas, se incorpora el objetivo de evaluar el desempeño ambiental, cuando el Grupo de los Siete solicitó a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) identificar indicadores ambientales para apoyar la toma de decisiones.

Durante el transcurso de la presente década, se lleva a cabo la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, donde se recomienda impulsar la obtención de indicadores para la medición del desarrollo sostenible, se adhieren a esta recomendación países como Canadá, Holanda, Estados Unidos, Australia y México, los principales puntos incluidos son la degradación de la capa de ozono, el cambio climático, y la lluvia ácida, así como indicadores de justicia social, seguridad urbana y participación ciudadana, usados estos últimos en medida del nivel de sustentabilidad social. En el caso de México adicionalmente se ha impulsado el desarrollo de indicadores de vida silvestre, áreas naturales protegidas y residuos peligrosos y municipales (INE, 1998).

Por otro lado se formaron dos grupos internacionales: El de América del Norte y el de la Unión Europea, destacando por sus logros esta última, que se ha centrado en el desarrollo de indicadores urbanos de sustentabilidad y monitoreo ambiental, impacto ambiental, contabilidad y sistemas de reporte. A logrado avances al medir el desarrollo de políticas para problemas medioambientales claves, como los riesgos naturales y tecnológicos con una evolución positiva del estado del ambiente. Otros problemas claves como la degradación del suelo a tenido un desarrollo de políticas escaso o perjudicial para el estado del ambiente (Dobris, 1999).

Por otro lado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD) llevada a cabo en Río de Janeiro, Brasil en junio de 1992 o "Cumbre de la Tierra", se analizaron los cambios ambientales registrados a partir de la

Conferencia de Estocolmo de 1972, donde se observa un incremento de los problemas ambientales durante estas dos décadas. En ella se firmaron importantes tratados como la Agenda 21. Una de principales recomendaciones del documento es la de mejorar o reestructurar el proceso de toma de decisiones, para integrar completamente los problemas socioeconómicos y ambientales y propiciar una amplia participación de la sociedad.

La planificación ambiental y particularmente la administración costera, inicia su aplicación formal en Estados Unidos en 1972, con la implementación de un programa de manejo de los recursos de la zona costera (Coastal Zone Management Act, 1972). A partir de entonces, se ha mostrado un interés creciente en el manejo adecuado de los recursos naturales en muchos países, tanto del primer mundo como en vías de desarrollo. Cabe mencionar de manera especial los programas implementados por Costa Rica (Sorensen, 1990) y Ecuador (Ministerio de Energía y Minas, 1988; Coello *et al.*, 1989), como los mas avanzados en Latinoamérica.

En 1993, se llevó a cabo en Holanda la Conferencia Mundial de la Costa (WCC'93), donde se reconoció que el Manejo Integrado de la Zona Costera (MIZC) podría ser considerado el proceso más apropiado para enfrentar los problemas actuales y futuros de manejo costero.

La experiencia internacional en el MIZC es amplia (tabla IV), la mayoría de los países sigue el modelo propuesto por la CNUMAD en el documento Agenda 21.

La efectividad de los programas de acuerdo a Cincin-Sain B. y Knecht W. R, (1998), ha tenido éxito relativo en países desarrollados y medio desarrollados, sin embargo en países subdesarrollados estos programas han tenido un resultado incierto o no existen datos, con excepción de Sri Lanka y Filipinas, cuya efectividad a sido de moderada a alta respectivamente. Estos mismo autores no reportan nada para el caso de México.

Tabla IV. Países con programas de Manejo Costero tomado de Cincin-Sain B. y Knecht W. R, (1998).

Países	Efectividad de programas de MIZC
<i>Desarrollados</i>	
Canadá	Altamente efectivo en comunidades
Reino Unido	Muy pronto para medirla
Estados Unidos	Moderadamente efectivo
Francia	Incierta
Holanda	Efectiva
España	Poca efectividad
Corea	Muy pronto para medirla
Australia	Muy pronto para medirla
<i>Medio desarrollados</i>	
Brasil	Sin datos
Turquía	Moderadamente efectivo
Tailandia	Moderadamente efectivo
Malasia	Efectiva para erosión
Fiji	Muy pronto para medirla
<i>Subdesarrollados</i>	
Ecuador	Incierta
China	Incierta
Indonesia	Incierta
Pakistán	Sin datos
India	Sin datos
Filipinas	Altamente efectiva
Sri Lanka	Moderadamente efectivo
Micronesia	Sin datos
Tanzania	Sin datos

A nivel regional y local, las experiencias se han centrado en la planeación regional, con el objetivo de evaluar el suelo, para obtener la capacidad de uso de soporte de una determinada política ambiental e intensidad de uso, destacan por su importancia en el Noroeste de México: 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 Areas Naturales Protegidas 1: Reserva de la Biósfera del Alto Golfo de California y Delta del Rio Colorado. (Bennett-Domínguez, 1990; Martinez-Rocha, 1991; O.E.A. 1992; DGE, 1994; Fermán-Almada J. L., 1994; Gomez-Morin, 1994; SAHOPE, 1994; SEMARNAP, 1995 y Cruz Varela, 1997, entre otros autores).

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), se ha utilizado al menos desde finales de los años sesentas; sus predecesores manuales datan de cien años antes. La historia del SIG, se puede agrupar en cuatro etapas; *la primera* se extiende desde principios de los sesentas hasta cerca de los años setentas, donde experimentos individuales fueron de vital importancia en determinar el avance; en la *segunda etapa*, cubre aproximadamente desde 1973 hasta principios los ochentas, en ella se dio la regularización de los experimentos y el aporte de un sector importante de agencias nacionales de los estados unidos. La experiencia local y la acción continua así como la duplicación de esfuerzos fueron comunes, *en la tercera etapa*, desde 1982 hasta finales de los ochentas, fue de dominancia comercial y la *cuarta* (actual), es de dominancia de los usuarios, facilitada por la competencia entre vendedores, con inicios de una estandarización embrionaria en sistemas abiertos (p. e. linux) e incremento en los acuerdos de la percepción de usuarios de como deben ser y como deben verse los SIG. Se estima el uso en casi cualquier disciplina durante los siguientes 20 años (Maguiere D. J, *et al*, 1994).

3 OBJETIVOS.

3.1 General

- Integrar el concepto de indicadores ambientales en el marco conceptual y metodológico de la planificación ambiental.

3.2 Específicos

- Obtener un modelo integral de indicadores ambientales de estado y presión.
- Integrar el modelo de indicadores en la fase de diagnóstico de la metodología planificación ambiental.
- Aplicar el modelo integral a la región Costera de San Quintín Baja California, México.
- Aplicar un Sistema de Información Geográfica para evaluar la vocación de suelo de la región de San Quintín, B.C.

4 HIPOTESIS

Los indicadores ambientales pueden funcionar como elementos claves de evaluación y seguimiento de las tendencias del ambiente y de acuerdo al marco conceptual y metodológico de la planificación ambiental, debe existir una relación directa entre los procesos de planificación, evaluación y seguimiento, que permita desarrollar un modelo continuo o de reevaluación, como herramienta para lograr el tránsito hacia el desarrollo sustentable.

5 METODOLOGÍA.

La metodología propuesta en este trabajo es el resultado de modificaciones y adaptaciones de dos metodologías existentes: Modelo de Indicadores Ambientales y Planificación Ambiental, con el apoyo de la herramienta de Sistemas de Información Geográfica.

La metodología utilizada, se desglosa en cuatro fases (fig. 2),: Primero el planteamiento de las metodologías; segundo la complementación de estas; tercero la obtención del modelo de integración y cuarto la aplicación de un caso de estudio, todos estas fases involucradas en un sistema de información geográfico.

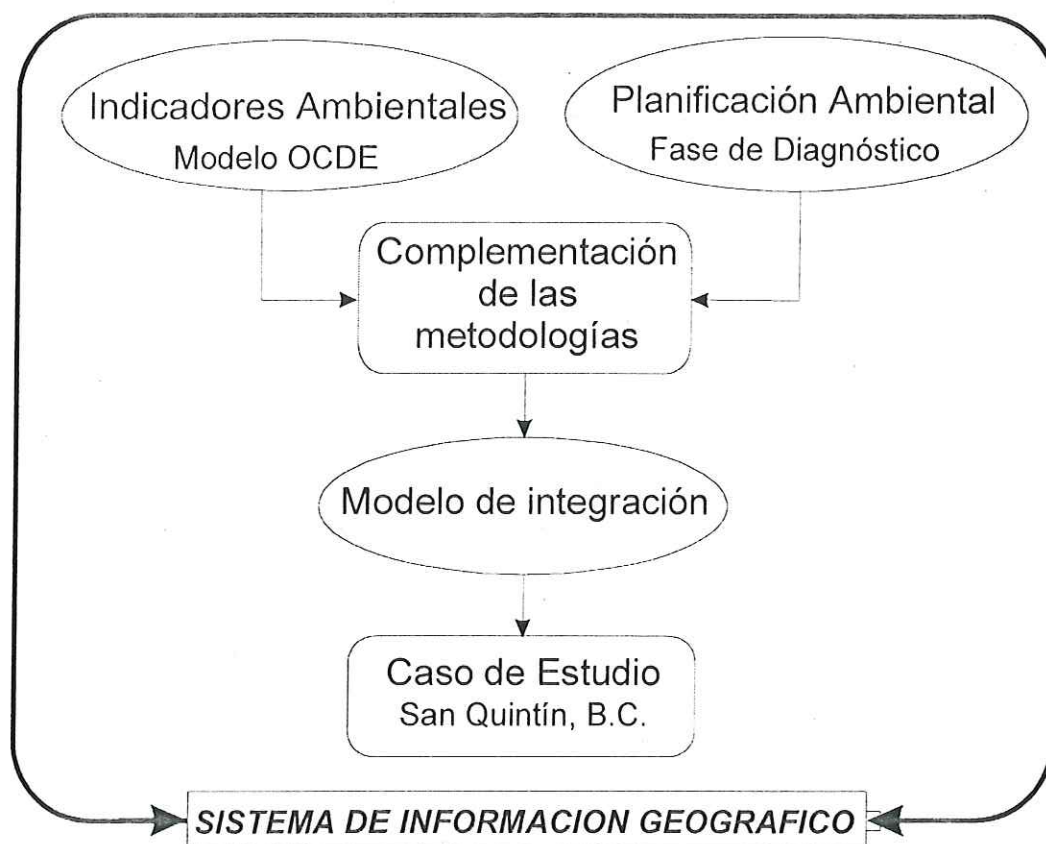


Figura 2. Diagrama general de integración de indicadores dentro del marco metodológico de planificación ambiental.

5.1 Modelo General de Indicadores Ambientales.

Del modelo metodológico de la OCDE (fig. 1), se toman los indicadores de **presión** y **estado** para adaptarlos en la fase de diagnóstico de la planificación ambiental. Otro modelo importante tomado como base para este trabajo es la pirámide de la información, (fig. 3), la estructura de la formación de los indicadores e índices, se arregla de acuerdo a esta pirámide, con los componentes de la fase de diagnóstico de planificación ambiental, como se discute posteriormente.

La pirámide de la información (Fig. 3), se compone de cuatro niveles de información, el **primer nivel** se compone por datos primarios recopilados del problema, posterior a ello, se realiza una análisis para formar **segundo nivel** compuesto por la base de datos analizados, en el **tercer nivel**, se localizan a los indicadores derivados de la base de datos y en el **cuarto nivel** ó cima de la pirámide se ubican los índices derivados de la evaluación de indicadores, este modelo se compara, en capítulos posteriores, con la fase de diagnóstico del proceso de regionalización.

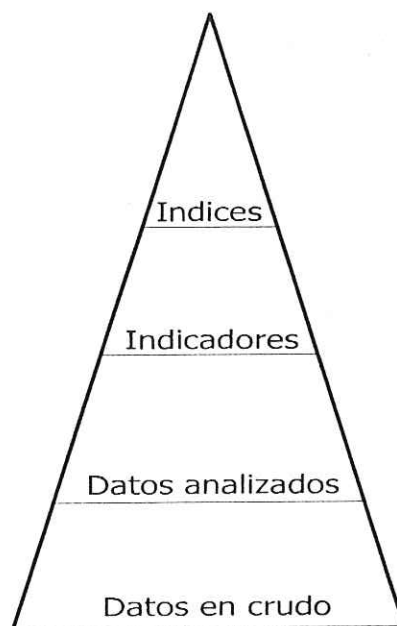


Figura 3. Pirámide de la Información (Allen, H. et. Al., 1995).

5.2 El modelo General de Planificación ambiental.

En este proceso se utilizan tres elementos claves: **el primero** es el modelo de planificación ambiental que presenta Gomez-Morin, (1994). La Tabla V muestra un resumen de las fases y etapas que componen este procedimiento, la fase de diagnóstico se combina con **el segundo** o modelo PER, de indicadores ambientales (OCDE) y se complementa con **el tercero** ó pirámide de la información, en la que se homologan los cuatro niveles de información. Con estos tres elementos se forma el modelo general de indicadores para la planificación ambiental.

Tabla V. Fases y etapas de la planificación ambiental, (Tomado de Gómez-Morín, 1994).

Fase	Etapas
Organización	1. Identificación de problemas y oportunidades 2. Participación social 3. Caracterización de las actividades económicas y sectoriales 4. Establecimiento de objetivos y metas
Diagnóstico	1. Caracterización e inventario del medio físico-natural y del antrópico. 2. Valoración de los elementos del inventario y evaluación de la capacidad de uso del suelo para objetivos múltiples
Propositiva	1. Generación de alternativas de uso del suelo (escenarios) y definición de las políticas ambientales para el desarrollo 2. Elaboración del plan integral de manejo con lineamientos y criterios sociales y ambientales para el uso de la zona costera y sus recursos. 3. Participación social en el proceso
Ejecución	1. Instrumentación jurídica, administrativa y financiera 2. Consulta Pública 3. Adopción, Seguimiento y Evaluación

5.2.1 Fase de diagnóstico.

La fase de diagnóstico del modelo de planificación, se desglosa a continuación debido a que es dentro de esta, donde se propone la utilización de indicadores ambientales para la obtención de la capacidad de uso de suelo o índices de capacidad de soporte de políticas ambientales como se discute posteriormente.

Esta fase se compone de dos etapas; *la primera* o caracterización e inventario del medio físico-natural y del medio antrópico a través del proceso de regionalización o zonificación (McHarg I 1971 y Cendrero y Díaz de Teherán 1987); y *la segunda* comprende la valoración de los elementos seleccionados del inventario ambiental con el objetivo de evaluar la capacidad del suelo para soportar determinada política ambiental de uso de los recursos naturales.

5.2.1.1 Caracterización e inventario del medio físico y antrópico.

El acopio e inventario de información es un procedimiento vital dentro del proceso de planificación, debido a que la calidad de la información recabada en términos de contenido y actualidad, se ve 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. La información comprende dos tipos a). *bibliográfico* como documentos oficiales de gobierno como planes y programas además de documentos de investigación como tesis y tesinas así como publicaciones científicas y b). *cartográfico*, donde se incluyen mapas temáticos, fotografías aéreas e imágenes de satélite.

La caracterización e inventario se realiza a través de la técnica de regionalización o zonificación (McHarg I, 1969 y Cendrero y Díaz de Teheran, 1987).

El proceso de regionalización se fundamenta en la definición de un *sistema de clasificación* que permite organizar la delineación y descripción de cada una de las unidades ambientales o naturales de acuerdo a los principales rasgos o factores que la caracterizan. El proceso de delineación tiene dos enfoques: El primero de ellos es el *analítico o de componentes*, que considera a la superficie terrestre como una serie de elementos que pueden ser representados de forma cartográfica, dichos elementos son descritos en cada una de sus componentes para crear un sistema de clasificación y un inventario de los recursos naturales. El segundo de ellos es el *sintético o integrado*,

que considera a la superficie de la tierra como un mosaico de unidades ambientales integradas, donde el elemento básico es la región o unidad ambiental. Esta se define como un área homogénea desde el punto de vista de los elementos o atributos físicos considerados como criterios de regionalización para su definición (Gomez-Morín, 1994, en García-Gastelum, 1997).

De acuerdo a Gomez-Orea, (1980), la unidad ambiental posee dos cualidades que le ofrece una considerable utilidad como elemento operativo de planificación, debido a que presenta en toda la superficie de la misma una homogeneidad relativa y coherente con la escala de trabajo y factores utilizados para definirla, que resulta como consecuencia, que su capacidad de respuesta (en términos de impactos) o evolución ante un uso hipotético o real es la misma en todos sus puntos (Gómez-Morin, 1994).

Los productos de esta etapa son:

- Sistema de clasificación.
- Mapas de unidades ambientales y
- Fichas descriptivas individuales.

5.2.1.1.1 Sistema de Clasificación

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 mencionadas; debido a la naturaleza dinámica y la variabilidad de los sistemas naturales tanto terrestres como marinos, es difícil desarrollar un sistema de clasificación aplicable en cualquier lugar del mundo (Fermán, 1994).

Se define el esquema jerárquico de clasificación de unidades ambientales, basado en los patrones espaciales concurrentes de varias combinaciones de factores ambientales identificados a niveles regionales; en este caso, los patrones espaciales de la información son representados geográficamente o cartografiados y asociados a

características ambientales permanentes en términos de la perspectiva temporal humana.

En la tabla VI, se presentan los criterios rectores para la definición del cada nivel del sistema de clasificación, este esta compuesto por cuatro niveles de jerarquía a diferentes escalas. Cabe resaltar que la importancia de este sistema es que proporciona una doble función, es decir es un *identificador* y un *descriptor* para cada una de las unidades de ambientales.

Tabla VI. Criterios rectores para la delimitación de las unidades ambientales.

Clasificación	Criterios
Ambiente:	El ambiente fué definido considerando los componentes macros que conforman una región costera y su influencia, estos fueron: Ambiente Costero Terrestre y Costero Marino.
Sistema:	Para ambos ambientes se definió considerando criterios hidrológicos, de acuerdo a la división de las Cuencas y Subcuencas Hidrológicas propuestas por la SARH.
Subsistema:	Para el ambiente Costero Terrestre se definió con base en criterios geomorfológicos propios de la zona costera, así como rasgos fisiográficos como sistemas de topoformas de acuerdo a INEGI (SEDUE, 1988) y para el ambiente Costero Marino, se utilizaron criterios que reflejan el grado de exposición al oleaje, sea protegido, semiprotegido y expuesto (Cruz-Varela, 1997).
Unidad Natural.	Definida en términos de tipo de uso de suelo.

5.2.1.1.2 Identificación de mapas de unidades ambientales.

La generación de mapas de unidades ambientales, se obtiene a través del trazo o delineación de las fronteras de las regiones o unidades naturales, esta se realiza utilizando técnicas de superposición de mapas temáticos (geográficos, hidrológicos, etc.). La secuencia jerárquica de superposición esta basada en el sistema de clasificación, (Tabla VI), (SEDUE, 1988, Cendrero, 1989, Gomez-Morín, 1994, entre otros). El producto final es una representación cartografica de unidades ambientales.

5.2.1.1.3 Fichas descriptivas

La fase final de el proceso de regionalización es el inventario final, es decir la base de datos compuesta con la información, cartográfica y no cartográfica disponible para cada una de las unidades ambientales delineadas en el procedimiento descrito de regionalización, dicha información se sintetiza en forma de tablas (tabla VII). Estas tablas, contienen la información base que se evalúa para obtener la oferta ambiental, es decir la capacidad que presentan la unidades ambientales para soportar una política o uso de suelo específico.

Tabla VII. Factores considerados para la descripción y evaluación de la capacidad de uso (Gómez-Morin, 1994).

Factores	Descripción
Regionales	Distribución espacial regional y local de la unidad ambiental para resaltar su importancia en el contexto local.
Ecológicos • Atributos funcionales.	Describe la importancia de la unidad en términos de la función ambiental o la función que realiza dentro del ecosistema como área de protección contra peligros naturales o áreas de reproducción y/o alimentación.
Abióticos • Geomorfológicos • Hidrología Superficial y Subterránea • Peligros Naturales	Descrita en términos del tipo de roca y el relieve como criterios para el desarrollo de actividades productivas (condiciones de cimentación, facilidad de acceso) Descrita en términos de la presencia de zonas de recarga de acuíferos, existencia de corrientes superficiales estacionales o permanentes, y características del acuífero; lo anterior considerando el agua como uno de los recursos más importantes para el desarrollo de actividades productivas. Describe peligros de inundación y erosión por tormentas, tsunamis o la acción de ríos, sismos, así como la susceptibilidad de eutrofización de cuerpos de agua costeros.
Bióticos • Flora • Fauna	Tipo de vegetación, calidad (introducida, mixta o nativa), distribución y estatus de las especies (endémicas, amenazadas, útiles, clave, etc.). Como en la flora, descrita en términos del estatus de las especies, de los procesos biológicos relevantes en la unidad (p.e.: áreas de reproducción, de refugio, etc.).
Socioeconómicos: • Uso de suelo • Riesgos Antropogénicos • Patrimonios	Descrito en términos de presencia de usos actuales del suelo, grado de transformación, tenencia de la tierra, nivel de equipamiento y nivel de infraestructura, como criterios para la promoción de las actividades productivas o usos específicos del suelo. Descritos en términos de contaminación del suelo, aire, océano, cuerpos de agua, y ríos o arroyos, así como el riesgo a desastres provocados por actividades peligrosas. Descritos en términos de la presencia de atractivos históricos, arqueológicos, artísticos, lugares de interés cultural o simbólico, monumentos naturales, o lugares de especial interés científico o educativo.

5.2.1.1.4 Prospección de Campo

Una vez elaborado el mapa de unidades ambientales a partir del sistema de clasificación, una parte fundamental es corroborar la información obtenida y verificar los puntos donde se presentó incertidumbre, en cuanto a las fronteras de las unidades ambientales, esta tarea se realiza con el apoyo de un Sistema de Posicionamiento Global (GPS por sus siglas en inglés).

5.2.1.2 Evaluación de la capacidad.

La valoración de una unidad ambiental para el soporte de cierta intensidad de uso, constituye un elemento básico para la toma de decisiones dentro de cualquier programa de manejo. Si un uso específico causa un impacto inaceptable o, por el contrario si los atributos de la unidad la conforman como el sitio ideal para el desarrollo, es algo que se puede establecer a través de un sistema de valoración y ponderación.

La técnica de análisis de aptitud territorial se describe en Cendrero y Díaz de Terán (1987) y se le conoce como la técnica de **peso-valor**. Conforme a esta técnica, la valoración de los factores o atributos de cada unidad ambiental se realiza utilizando el siguiente modelo de capacidad:

$$C_a = \sum_{i=1}^n (P_{ia} * V_{ia})$$

donde:

C_a = Capacidad de la unidad ambiental para soportar la actividad "a";

n = Número de factores o parámetros que influyen en la determinación de la capacidad;

P_{ia} = Peso o coeficiente de ponderación, que refleja la importancia del factor o parámetro "i" sobre la capacidad para la actividad "a"; y

V_{ia} = Valor que tiene el factor o parámetro "i" en esa unidad desde el punto de vista de su capacidad para soportar la actividad "a".

Cada factor de la ficha descriptiva (tabla VII), es ponderado, o asignado un **peso** de acuerdo con su importancia relativa, utilizando para ello el método Delphi de consulta a expertos (Gómez Orea, 1980; Cendrero y Díaz de Terán, 1987). Una vez ponderada la importancia de cada factor para evaluar la capacidad de uso, se **valora** la condición que presenta cada factor en cada unidad (p.e. presencia de especies endémicas de flora) en términos de su favorabilidad para la asignación de un uso y en términos del impacto que tal uso tendrá sobre el factor; esta valoración se lleva a cabo utilizando una escala nominal de -1 (condición desfavorable para el desarrollo de la actividad, e impacto desfavorable de la actividad sobre el factor), 0 (condición indiferente, e impacto indiferente), o 1 (condición favorable, impacto positivo). El producto de **peso** por **valor** representa la contribución de cada uno de los factores a la capacidad de uso y, la suma de tales productos proporciona la capacidad total por unidad ambiental para un uso propuesto.

El siguiente paso es estandarizar los valores obtenidos de la suma total por unidad, esta se realiza con el objeto de hacer comparables entre sí, el espectro de políticas ambientales o usos de suelos, evaluados. La técnica utilizada es el método estadístico no paramétrico modificado de Rietveld, 1980 (Nijkamp P., 1990):

$$B_j = \frac{(X_j - \min X_j)}{(\max X_j - \min X_j)} (100)$$

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

La estandarización de los valores de capacidad, tiene como resultado un rango de valores numéricos entre 1 y 100, que se dividen en cuatro clases o capacidades, como se especifica en la tabla VIII.

Tabla VIII. Rangos de las clases de capacidad.

Rango de valores	Capacidad
75.01 – 100.00	Muy Alta
50.01 – 75.00	Alta
25.01 - 50.00	Media
0.00 - 25.00	Baja

5.3 Modelo propuesto.

Los factores considerados para la descripción y evaluación de la capacidad de uso son transformados en indicadores de presión y estado, con base en estos se construyen el modelo general y los particulares.

Se propone un modelo genérico en el cual se adaptan las metodologías de planificación ambiental propuesta por Gomez-Morín, (1994) en la fase de diagnóstico y el marco metodológico PER propuesto por la OCDE.

Así mismo se propone una serie de modelos particulares para la obtención de índices de capacidad de soporte de políticas ambientales, con base en la evaluación de una serie de indicadores ambientales seleccionados.

5.4 Caso de estudio.

Los modelos generados son probados en la región de San Quintín, B. C., la tabla IX muestra los criterios de selección del caso de estudio.

Tabla IX. Criterios de selección del caso de estudio.

Criterio	Descripción.
Importancia regional	La región de San Quintín esta colocada en primer lugar de áreas prioritaria de desarrollo del estado de Baja California (Programa estatal de desarrollo Urbano 1999-2001).
Diversidad de ambientes o paisajes	En la zona se encuentran una amplia variedad de paisajes como dunas y barras de arena, marismas, llanura costera, lomeríos y sierra baja.
Diversidad de actividades económicas	Se realizan en el área diversas actividades socioeconómicas como agricultura, acuicultura, turismo y comercio.

5.5 Sistema de Información Geográfico.

La función de un sistema de información, es coadyuvar a la toma de decisiones, Un *sistema de información* es una cadena de operaciones que tomamos de la planeación, la observación, la recopilación, almacenamiento y análisis de datos, con el fin de utilizar la información derivada de estos en la toma de decisiones.

El término Sistema de Información Geográfica (SIG), se presta a confusión por carecer de una definición mundialmente aceptada. Una definición ampliamente aceptada menciona que: "Es un sistema compuesto de hardware, software, información geográfica y procedimientos específicos para soportar la captura, el análisis, el modelado y el despliegue de datos espacialmente referenciados, para la solución de los problemas complejos del manejo y planeamiento territorial, evidentemente este es solo una de las aplicaciones, sin embargo es la más adecuada a las particularidades del presente proyecto (Clarke, 1997).

El sistema de información geográfica propuesto, tiene dos objetivos principales,:

- a) La automatización del proceso de evaluación ambiental para la generación de escenarios alternativos.

Para lograr este primer objetivo se diseña un modelo guía, para la construcción del SIG, que logre con las herramientas de computo especificadas, correr los modelos

generados en la etapa anterior y generar los resultados en forma de los productos específicos o escenarios de capacidad de soporte de políticas ambientales.

- b) Construir la herramienta para el procedimiento de seguimiento y reevaluación del proceso de planificación ambiental.

Generado el SIG, se establece el mecanismo de seguimiento, a través de la actualización de los componentes de los modelos generados, este proceso genera nuevos escenarios, estableciendo de esta manera el procedimiento de reevaluación.

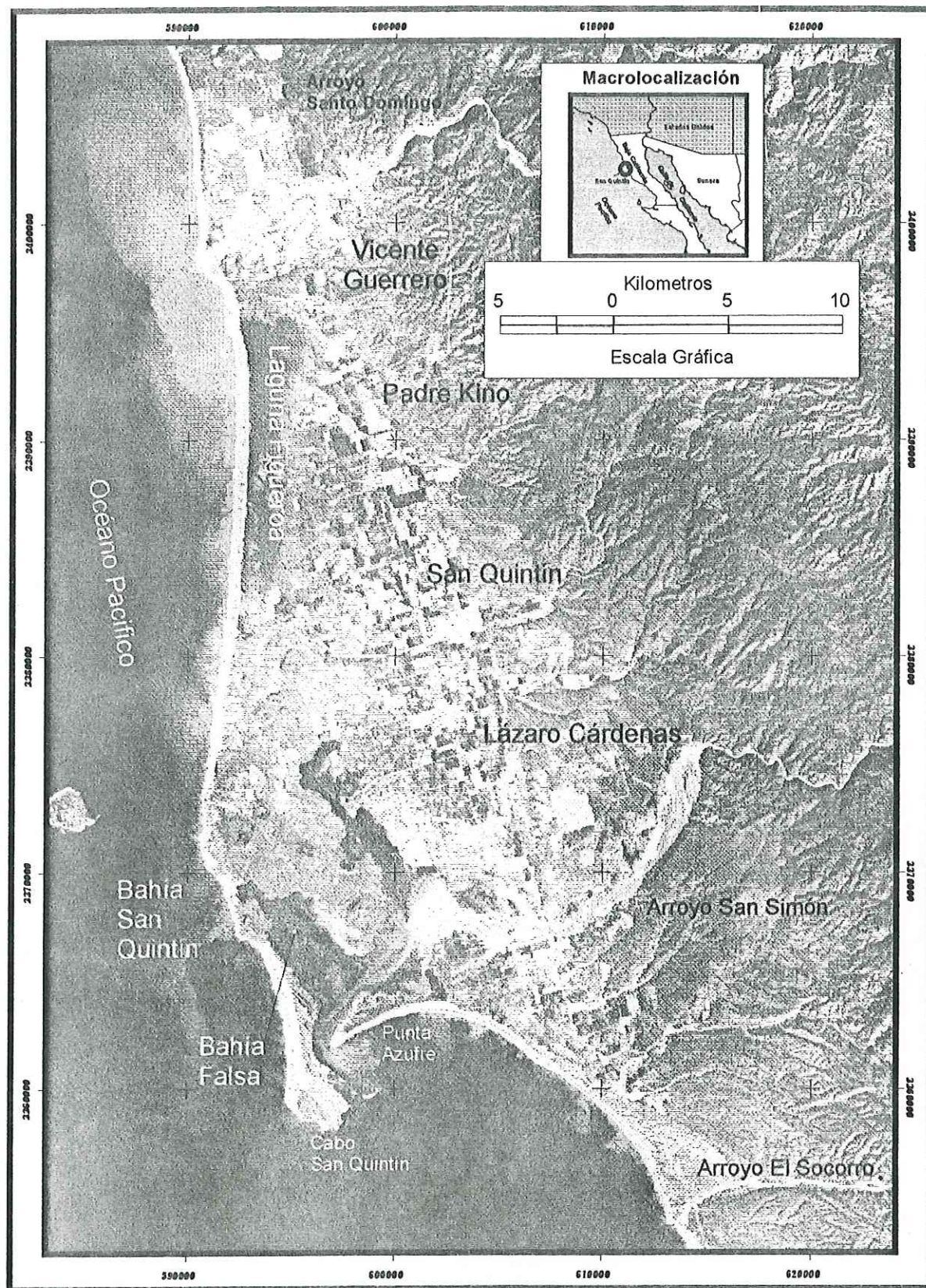


Figura 4. Localización del área de estudio.

La vegetación predominante es matorral costero. Algunas áreas aledañas a la costa presentan vegetación de dunas costeras y pequeñas zonas con vegetación de marismas, (Arredondo García, 1990).

Se reportan para el área 17 especies de mamíferos pertenecientes a 15 géneros; 116 especies de aves pertenecientes a 14 órdenes y 34 familias; 90 especies de peces en total pertenecientes a 41 familias dentro de la bahía y en la costa adyacente; 13 especies de reptiles pertenecientes a 9 géneros y existe únicamente 1 especie de anfibio.

La principal actividad económica es la agricultura con el empleo de tecnologías modernas, el inicio de otras actividades económicas principalmente la acuícola y turística en el complejo lagunar, la problemática de la tenencia de la tierra y fundamentalmente el agotamiento de los acuíferos, han tenido un impacto importante en el desarrollo de la región, que se refleja en un crecimiento anárquico de las actividades económicas así como los asentamientos humanos, con todas las carencias de infraestructura y problemas de tenencia de la tierra adjuntos (SAHOPE, 1996).

El Valle de San Quintín, es una de las regiones de mayor crecimiento demográfico del estado, solo basta con señalar los incrementos de población de más del 600 % en promedio durante el periodo 1980 – 1995, de los poblados más importantes del valle (Tabla X). De este dramático crecimiento, más de la mitad es debido a la población migrante la cual se dedica principalmente a labores agrícolas.

Tabla X. Crecimiento demográfico del Valle de San Quintín (Gob, Edo., B. C., 1998).

Poblado	1980	1990	1995	2000	2005	Incremento 1980 – 1995 (%)
Lázaro Cárdenas	1,315	7,061	11,365	16,815	37,805	764
Vicente Guerrero	1,419	5,661	9,062	13,347	30,009	539
San Quintín	1,098	2,899	4,374	6,136	14,389	298
Emiliano Zapata	338	1,444	3,192	4,579	10,295	844
Total en el Valle de San Quintín	20,599	49,345	76,495	101,669	206,515	272

7 RESULTADOS.

7.1 Regionalización

7.1.1 Delimitación del caso de estudio.

Los criterios utilizados se basan en los descritos en el Programa de Ordenamiento Ecológico de Territorio, SEDUE, (1988), estos deben de corresponder a límites de tipo administrativo (como regiones económicas, distritos de desarrollo rural integral, etc); políticos (límites estatales, municipales, delegacionales, mar territorial, etc.) o ambientales (cuencas hidrológicas, cotas topográficas, batimétricas, clima, bioregiones, etc.).

La figura 5 muestra los límites del área del caso de estudio, resumidos en la tabla XI. Hacia el norte y el este, se utilizó como frontera el polígono propuesto en el Programa de Desarrollo Urbano para la Región de San Quintín (tabla XII), hacia el sur se utilizó el rasgo fisiográfico del arroyo el Socorro y hacia el oeste el límite natural con la línea de costa.

Tabla XI. Límites del caso de estudio.

Límite	Localización
Norte:	30° 45' Latitud Norte (Poblado San Ramón).
Sur:	30° 17' Latitud Norte (Arroyo el Socorro).
Este:	Polígono del centro de poblacion de programa de Desarrollo Urbano de San Quintín, B. C., (SAHOPE, 1996).
Oeste	Línea de costa.

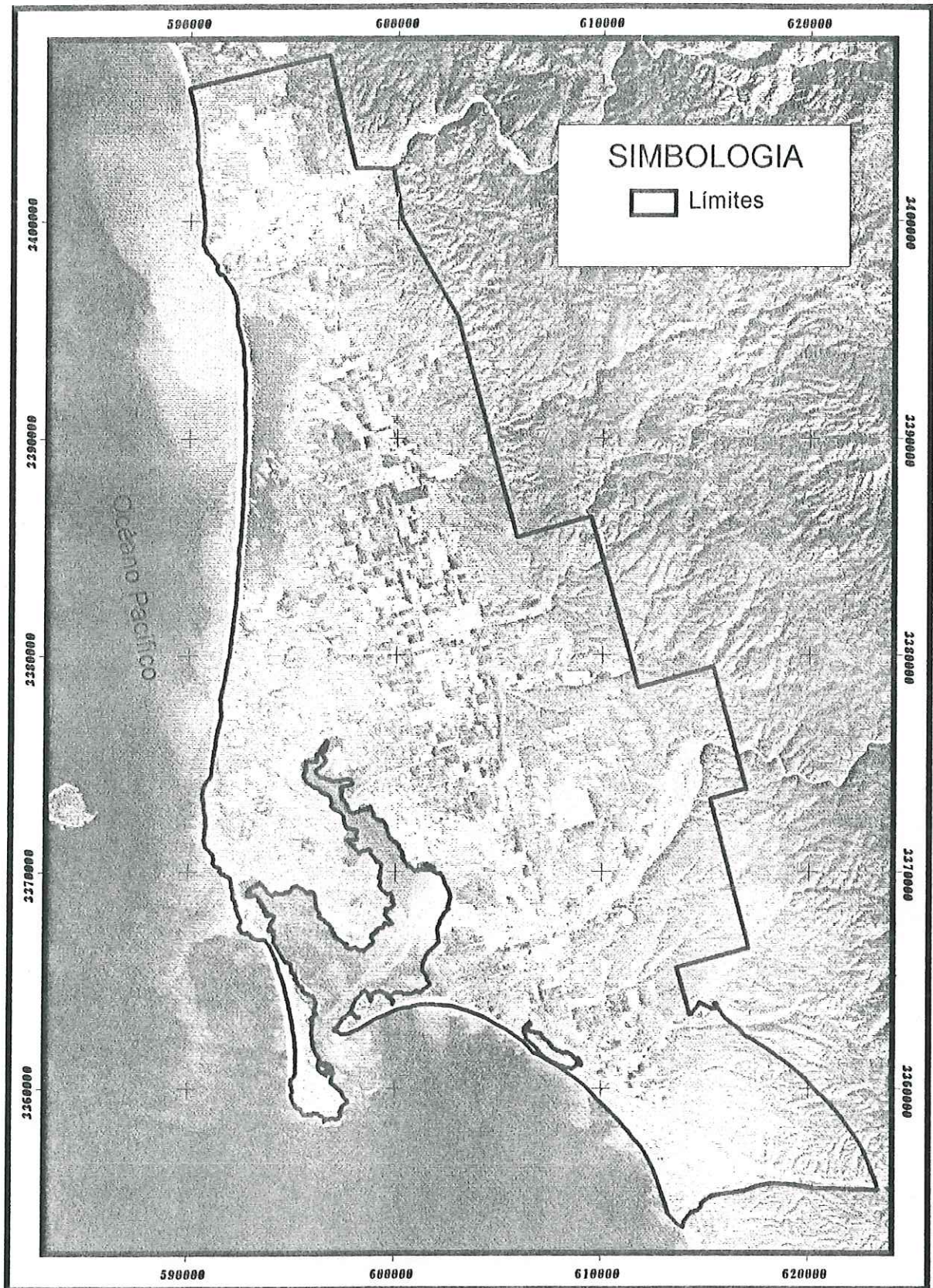


Figura 5. Límites del caso de estudio.

Tabla XII. Vértices del Polígono del Centro Urbano de San Quintín, B.C. (SAHOPE, 1995).

VERTICES	COORDENADAS			
	LATITUD	LONGITUD	UTM ESTE	UTM NORTE
VERTICE N° 1	30°47'00.24N	116°03'06.70W	590722.88	3405798.72
VERTICE N° 2	30°47'46.84N	115°59'05.27W	597127.20	3407289.58
VERTICE N° 3	30°45'00.28N	115°58'22.22W	598318.38	3402172.47
VERTICE N° 4	30°44'58.42N	115°57'15.95W	600081.03	3402131.51
VERTICE N° 5	30°43'42.78N	115°57'01.33W	600491.58	3399806.57
VERTICE N° 6	30°41'19.96N	115°55'25.65W	603078.45	3395434.24
VERTICE N° 7	30°35'49.52N	115°53'41.61W	605946.66	3385288.38
VERTICE N° 8	30°36'19.12N	115°51'34.64W	609318.92	3386233.34
VERTICE N° 9	30°32'04.56N	115°50'15.45W	611508.63	3378418.36
VERTICE N° 10	30°32'34.31N	115°48'07.65W	614904.71	3379369.85
VERTICE N° 11	30°29'32.37N	115°47'11.18W	616469.74	3373784.97
VERTICE N° 12	30°29'17.61N	115°48'14.60W	614783.70	3373312.54
VERTICE N° 13	30°25'35.09N	115°47'08.30W	616625.02	3366481.25
VERTICE N° 14	30°25'07.02N	115°49'13.75W	613287.13	365581.73
VERTICE N° 16	30°20'57.00N	115°50'31.15W	611300.70	3357863.82

7.1.2 Sistema de clasificación

El sistema de clasificación (Tabla XIII), se compone de cuatro niveles jerárquicos a diferentes escalas. De acuerdo a este sistema se dividió el área en ambiente compuesto por la porción terrestre; sistema, que comprende 4 subcuencas hidrológicas; subsistema, comprendido en 11 paisajes y unidad ambiental, dividida en 5 usos distintos.

Tabla XIII. Sistema de clasificación de unidades ambientales.

Ambiente	Sistema	Subsistema (Paisaje)	Unidad ambiental
1. Costero Terrestre	1. RH1Ba 2. RH1Af 3. RH1Ae 4. RH1Ad	1. Campo de dunas	USOS A. Sin uso aparente B. Agrícola de riego C. Agrícola de Temporal D. Urbano con servicios E. Urbano sin servicios
		2. Mesetas	
		3. Lomerío tendido	
		4. Sierra baja compleja	
		5. Llanura costera con lomeríos	
		6. Piso de valle	
		7. Barra	
		8. Ciénega	
		9. Aparato volcánico	
		10. Planicie intermareal	
		11. Delta	

7.1.3 Mapas.

Para el trazo de las unidades naturales se utilizó la técnica de superposición de mapas temáticos con base en el sistema de clasificación (tabla XII) en el siguiente orden jerárquico:

En primer término se delimitó la unidad correspondiente al ambiente terrestre, figura 9, se basó para ello en los mapas topográficos, escala 1:50,000 (INEGI, 1972). Para el segundo orden jerárquico, mostrado en la figura 10, se superpusieron las cartas temáticas de hidrología superficial escala 1:250,000, INEGI, (1982). El siguiente nivel jerárquico, se delimitó con el mapa temático de morfología escala 1 :1,000,000, INEGI (1982), en este punto es evidente el diferencial de escala de los mapas utilizados y el nivel jerárquico de subdivisión de unidades ambientales, es por ello que se actualizó la zona y unidades con el apoyo de la imagen de satélite LANDSAT, 1993 y fotografía aéreas en escalas 1:35 000 de 1984 y 1:75 000 de los años 1993 y 1994, como se observa en la figura 11. La figura 12, muestra el último nivel jerárquico o unidad ambiental, se subdividió el resultado de la etapa anterior en usos de suelo, contando nuevamente con el apoyo de las fotografías aéreas e imagen de satélite mencionadas.

El mapa de unidades de evaluación obtenido, se compone de 125 unidades, que cubren un área de 72, 372-17-45.00 hectáreas a lo largo del área de estudio.



Figura 6. Sistema Costero terrestre.

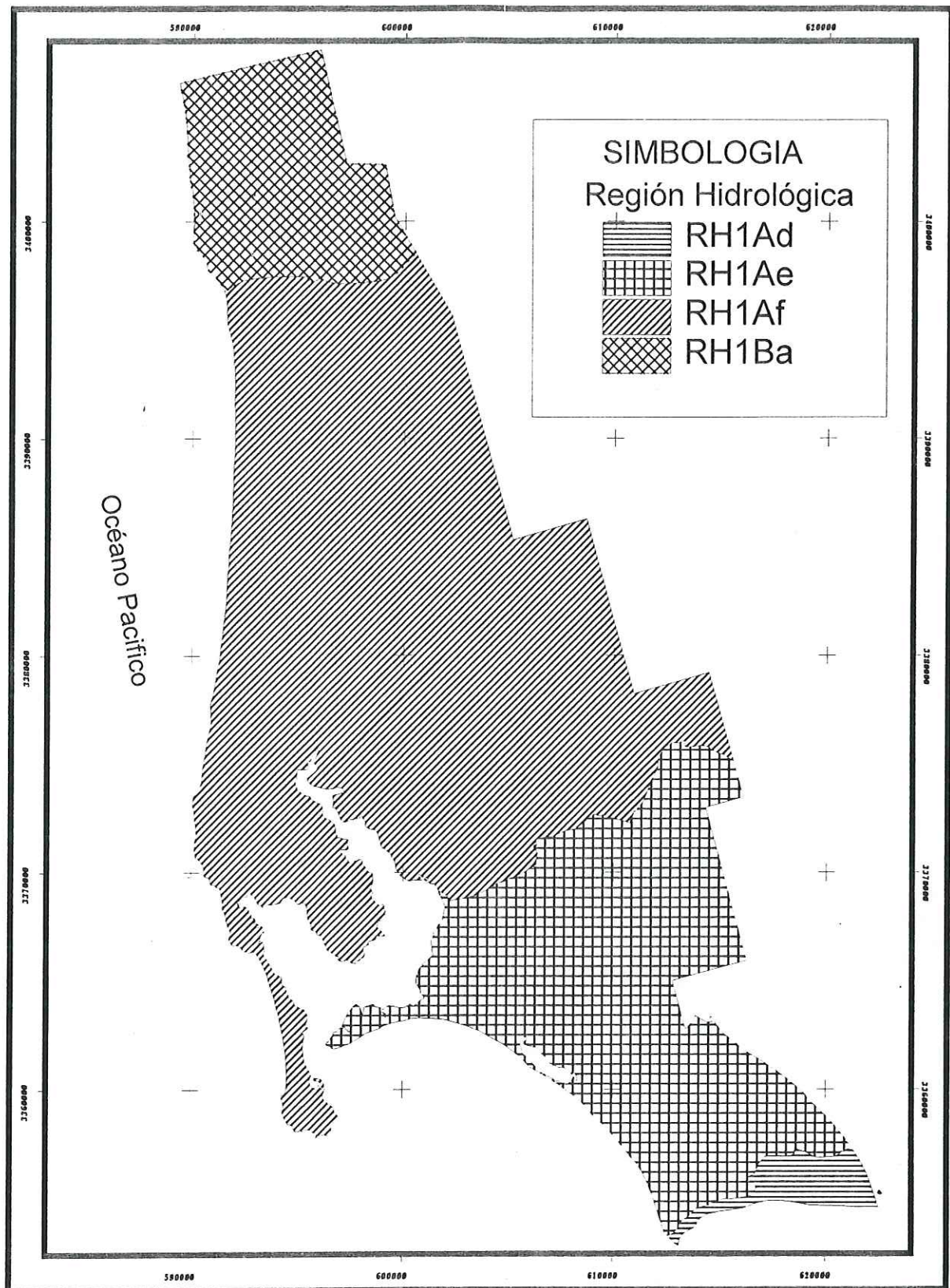


Figura 7, Mapa de hidrología superficial.

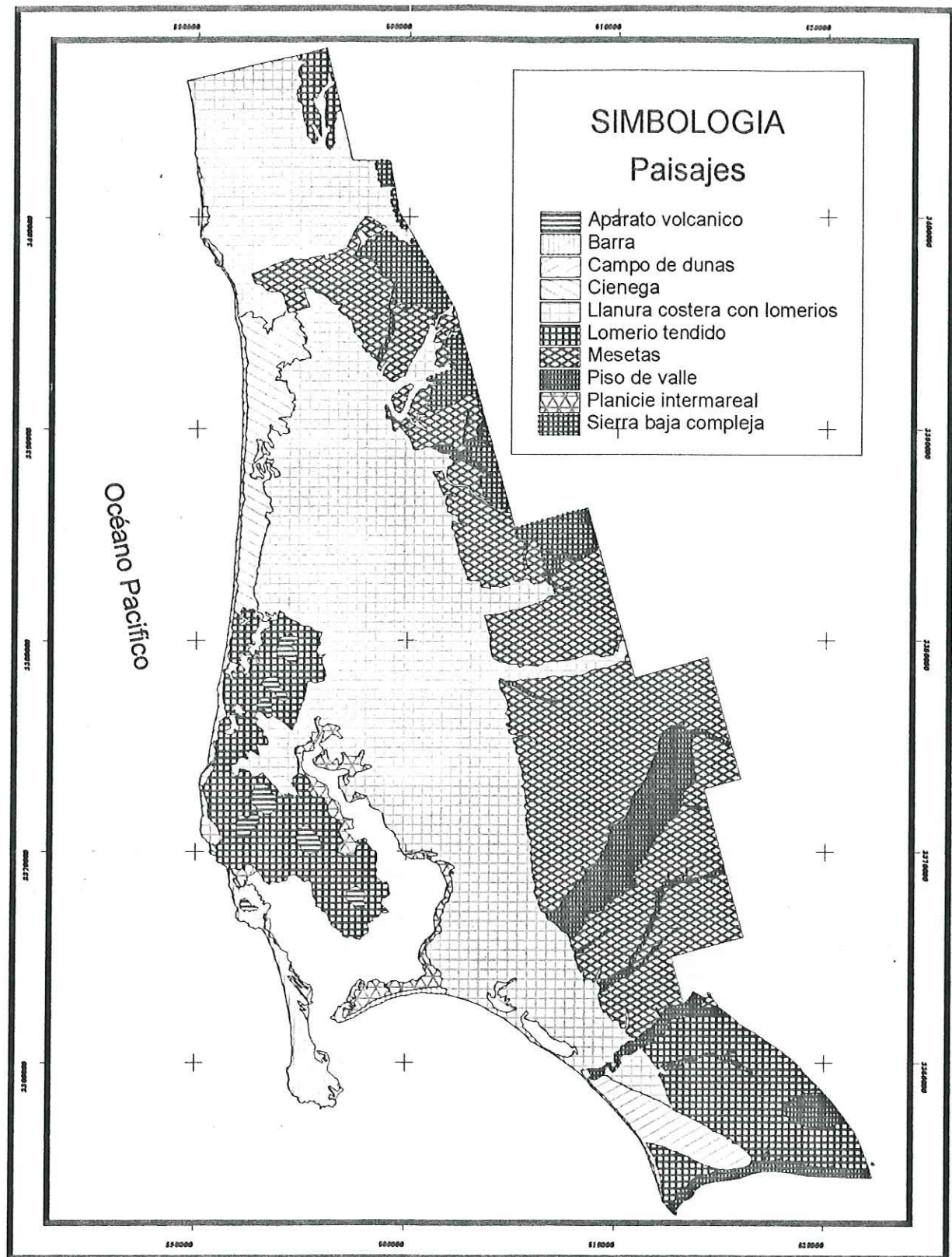


Figura 8. Mapa de Paisajes.

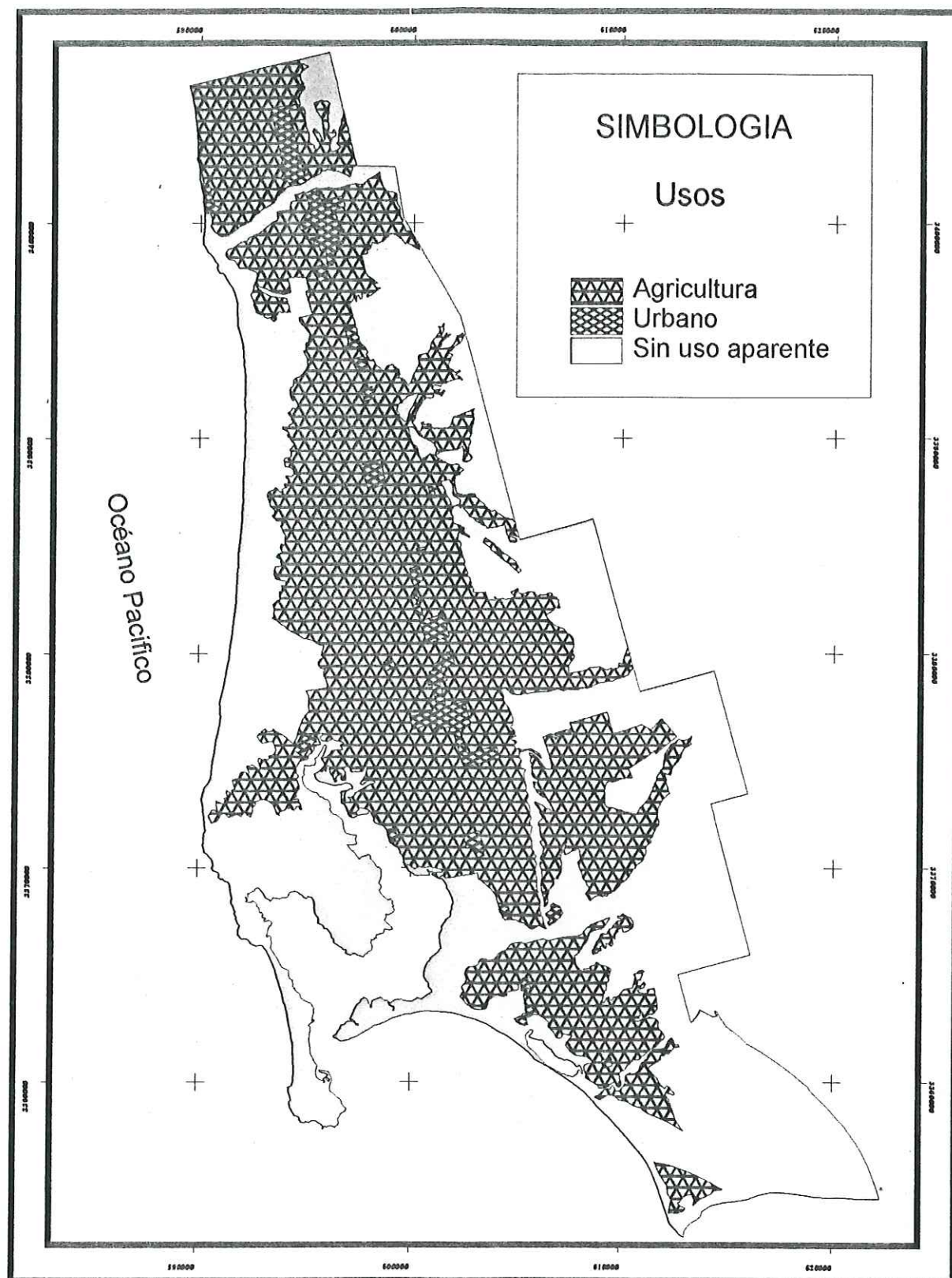
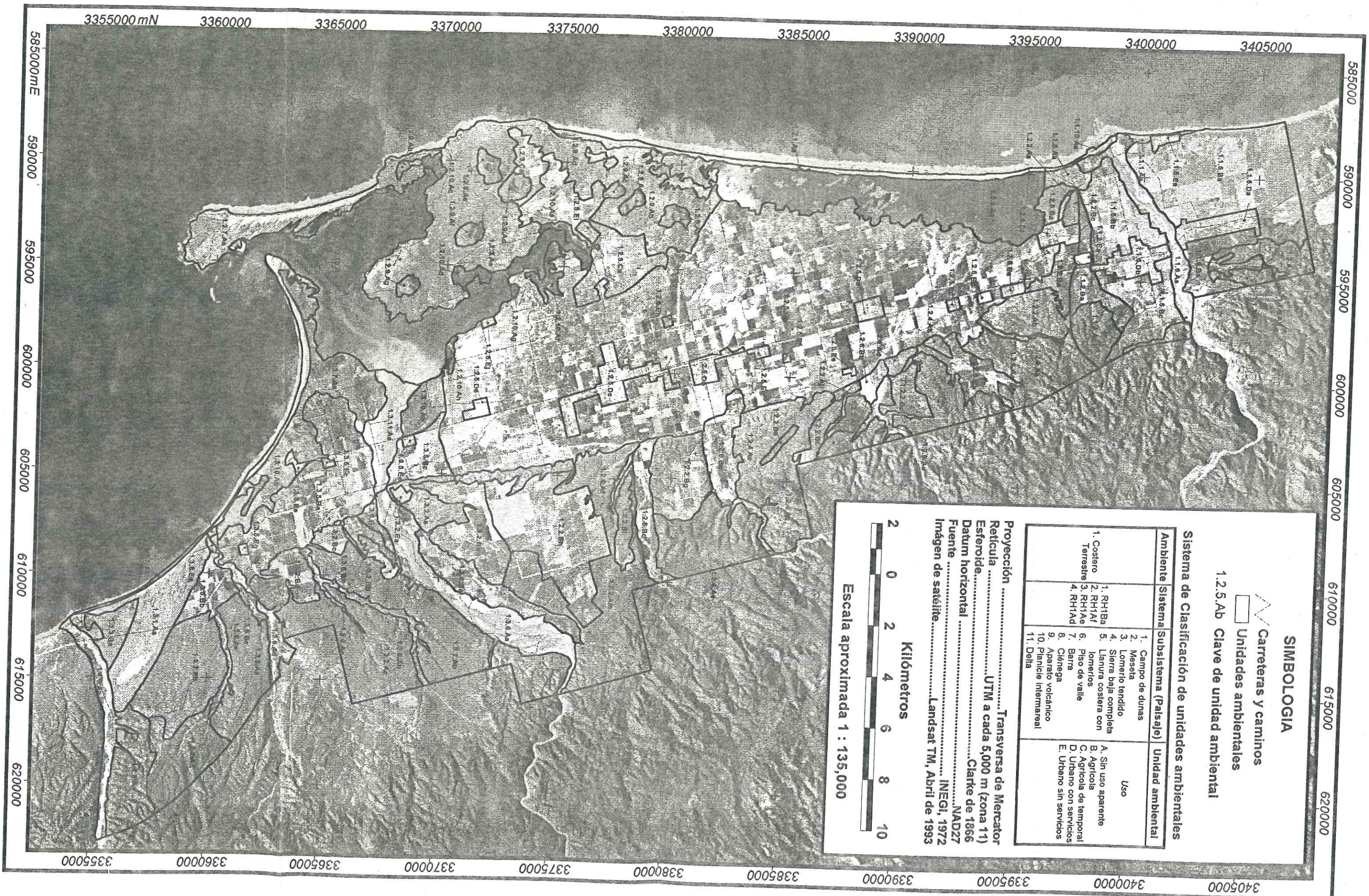


Figura 9. Mapa de usos de suelo.



SIMBOLOGIA

- Carreteras y caminos
- Unidades ambientales
- 1.2.5.Ab Clave de unidad ambiental

Sistema de Clasificación de unidades ambientales

Ambiente	Sistema	Subsistema (Paisaje)	Unidad ambiental
1. Costero Terrestre	1. RH1Ba 2. RH1A1 3. RH1Ae 4. RH1Ad	1. Campo de dunas	Uso A. Sin uso aparente B. Agrícola C. Agrícola de temporal D. Urbano con servicios E. Urbano sin servicios
		2. Meseta	
		3. Lomerío tendido	
		4. Sierra baja completa	
1. Costero Terrestre	1. RH1Ba 2. RH1A1 3. RH1Ae 4. RH1Ad	5. Llanura costera con lomeríos	Uso A. Sin uso aparente B. Agrícola C. Agrícola de temporal D. Urbano con servicios E. Urbano sin servicios
		6. Piso de valle	
		7. Barría	
		8. Ciénega	
		9. Aparato volcánico	
		10. Planicie intermareal	
		11. Delta	

Proyección Transversa de Mercator
Retícula UTM a cada 5,000 m (zona 11)
Esferoide..... Clarke de 1866
Datum horizontal NAD27
Fuente INEGI, 1972
Imagen de satélite..... Landsat TM, Abril de 1993

Kilómetros



Escala aproximada 1 : 135,000

7.1.4 Fichas descriptivas.

Se elaboran tabla o fichas individuales para cada unidad, con la finalidad de describir los factores y atributos presentes, esta base de datos se utiliza como fundamento para el procedimiento de evaluación que se aplica en la etapa siguiente. La tabla XIV, presenta un ejemplo para la unidad ambiental.

Tabla XIV. Ficha descriptiva del área de estudio.

CLAVE PAISAJE:	8Ae	CLAVE	1.2.2.Ae
I. PAISAJE:	Mesetas	SISTEMA	2 RH1Af
DISTRIB PAISAJE	Amplia	1.7 RIESGOS NATURALES	
Atributos funcionales	No	Corrientes fluviales	No
1.1 GEOMORFOLOGIA		Deslizamientos	No
Tipo de roca	sed	Erosión eólica	No
Pendiente	Suave	Incendios	Si
1.2 TIPO DE SUELO		Inundación terrestre	No
Tipo de suelo	XI+Xh+Je/2	Inundación marina	No
Capacidad de cimentación	Alta	Fracturas	No
Textura	Media	1.8 ATRACTIVOS NATURALES	
Productividad Agrícola	Baja	Rasgos Geomorfológicos	No
1.3 RECURSOS GEOLOGICOS		Rasgos Hidrológicos	No
Canto Rodado	No	Vegetación	Si
Arena de dunas	No	Fauna	No
Arena y Grava	No	Paisaje	No
1.4 HIDROLOGIA		Otros	
Coef de escurrimiento (%)	0 - 5	2.1 USO ACTUAL DEL SUELO	
Agua superficial	No	Agricultura	No
Agua subterránea-Acuíferos	No	Ganadería	No
Zona de Concentraci3n de Pozos	No	Turístico	No
Estatus de los acuíferos	N/A	Urbano	No
Calidad del agua	N/A	Industrial	No
Manantiales	No	Recreativo	No
Fase físico química	Gravosa	Area natural	si
1.5 VEGETACION		2.2 INFRAESTRUCTURA	
Tipo de vegetación	MRC	Grado de transformaci3n	Bajo
Calidad de vegetaci3n	Nativa	Accesibilidad	Baja
Especies dominantes	<i>M. gummosus</i> y. v. <i>emoryi</i>	Nivel de equipamiento	Bajo
Cubierta vegetal		Nivel de infraestructura	Bajo
Estratos y altura	0.5 - 2 m	Pozo/Norias	No
Capacidad forrajera	Baja	Tanques de agua	No
1.5.1 Estatus de las especies		2.3 TENENCIA DE LA TIERRA	
Endémicas	No	Publica Federal	No
En peligro de extinci3n	No	Publica Estatal	No
Amenazadas	No	Privada	Si
De cuidado especial	No	Ejidal	No
Vulnerables	Si	Comunal	No
Útiles	Si	Conflicto	No
1.6 FAUNA		Tipo de conflicto	NA
Mamíferos	Si	Observaciones	No
Reptiles	Si	2.4 RIESGOS ANTROPOGENICOS	
Anfibios	No	2.4.1 Contaminaci3n/disturbio	
Aves	Si	Suelos	No
Invertebrados		Agua	No
1.6.1 Estatus de las especies		Aire	No
Endémicas	Si	Fauna	No
En peligro de extinci3n	No	Flora	No
Amenazadas	No	2.5 ATRACTIVOS CULTURALES	
De cuidado especial	No	Rasgos históricos	No
Especies clave	No	Rasgos antropológicos	No
Migratorias	No	Arqueología	No
Residentes	Si	2.6 OBSERVACIONES	

7.1.5 Evaluación

Para efecto de resolver la fórmula de capacidad de uso, se realizó la ponderación de factores, esta se tomo del producto de varios paneles de expertos (Tabla XV), como resultado de la experiencia de diversos estudios y programas de ordenamiento del territorio (Gómez-Morin *et al*, 1993; Ferman-Almada.1994 y Cruz-Varela, 1997, entre otros).

Tabla XV, Peso de los factores evaluados.

Peso	Factor
17	Uso de suelo
16	Hidrología subterránea
14	Flora
14	Tenencia
12	Fauna
12	Distribución del paisaje
11	Hidrología superficial
8	Geología
8	Geomorfología
8	Atractivos naturales
7	Riesgos naturales
5	Atributos funcionales
5	Atractivos culturales / Arqueológicos
4	Nivel de equipamiento / Infraestructura
3	Riesgos Antropogenicos
1	Zonas de recarga
1	Grado de transformación

Capacidad de uso

Se seleccionaron tres capacidades de uso y una de atractivos (Tabla XVI), con base en las principales actividades que se llevan a cabo en la región. Adicionalmente se utilizó la política de conservación, debido a que esta se utiliza de base para la planeación de usos, con el objeto de asegurar la compatibilidad de uso de suelo y la capacidad ecológica del ambiente.

Tabla XVI. Usos y atractivos evaluados.

Uso	Descripción
Conservación	Uso o política base para equilibrar el desarrollo.
Desarrollo Urbano	Asentamientos humanos de media y alta densidad, con requerimientos de servicios básico
Agricultura	Actividad económica de intensidades media a alta
Atractivos turísticos	Esta dada por la calidad del medio en atractivos turísticos. No esta relacionada con la capacidad de soportar desarrollos turísticos.

7.1.6 Modelo general.

El modelo general propuesto (fig. 6), integra los marcos metodológico de planificación ambiental propuesto por Gomez-Morin, (1994), en la etapa de diagnóstico y el de PER, propuesto por la OCDE.

El modelo general toma como **indicadores de presión** a los factores de suelo y socioeconómicos descritos en las fichas descriptivas y considera los factores bióticos y abióticos como **indicadores de estado**. La evaluación de estos indicadores de presión y estado da como resultado la capacidad de uso de suelo o de acuerdo al concepto de indicadores, en índices de uso de suelo.

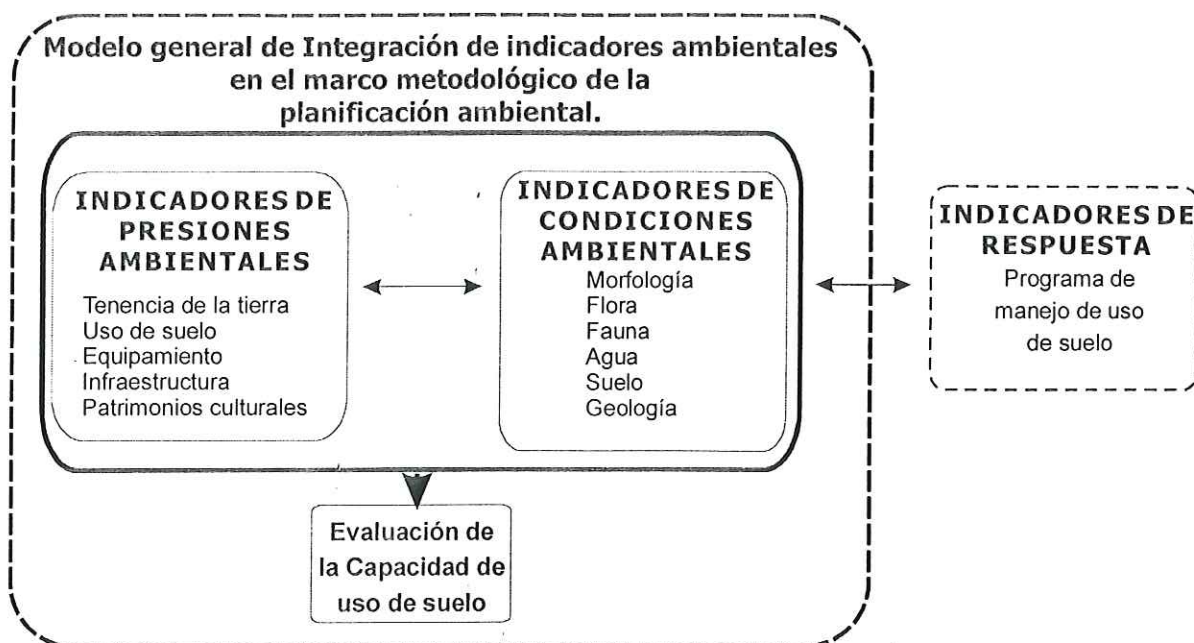


Figura 11. Modelo general de integración.

A partir del modelo general se desarrollaron modelos específicos para cada uso a evaluar, la composición de los indicadores para cada modelo específico varía en función del impacto sobre el uso y política evaluado.

7.2 Modelos específicos.

Dentro de este modelo, se desarrollaron dos clases de indicadores: a) *primarios* y b) *secundarios*, los primeros de tipo genérico, representan los factores ambientales y socioeconómicos y los segundos corresponden con la descripción de estos factores.

Todos los indicadores utilizados para cada modelo específico, se selecciono a partir de la ficha descriptiva y se observó que cumplieran con los criterios de selección (tabla XVII), que se marcan en la tabla II.

Tabla XVII. Criterios e indicadores ambientales.

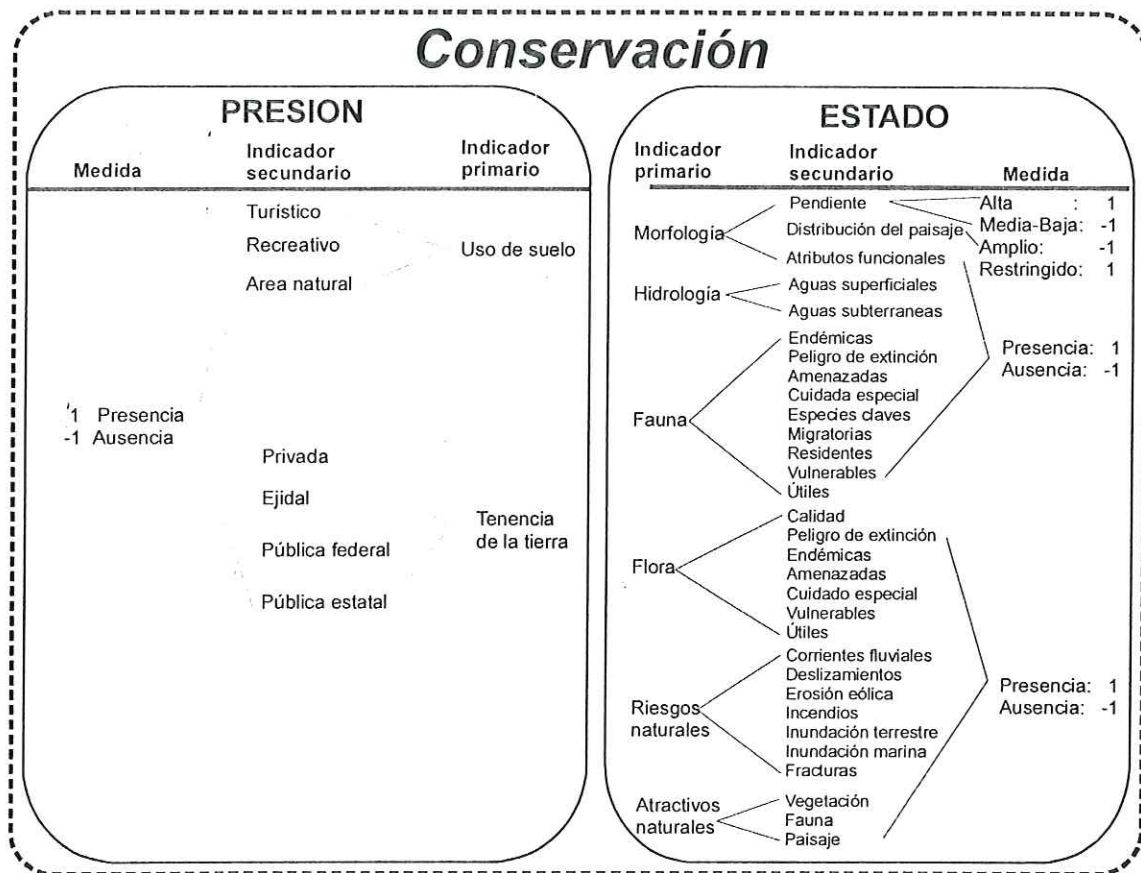
Indicador	Criterios			
	Fácilmente cuantificable	Económicamente viable	Eficiente	Ambientalmente realista
Distribución del paisaje			✓	✓
Atributos funcionales	✓	✓	✓	✓
Pendiente	✓	✓	✓	
Capacidad de cimentación	✓	✓		
Agua superficial	✓	✓		
Agua subterránea	✓	✓		
Calidad de vegetación	✓	✓	✓	✓
Endémicas			✓	✓
En peligro de extinción			✓	✓
Amenazadas			✓	✓
De cuidado especial			✓	✓
Vulnerables			✓	✓
Útiles			✓	✓
Endémicas			✓	✓
En peligro de extinción			✓	✓
Amenazadas			✓	✓
De cuidado especial			✓	✓
Especies clave			✓	✓
Migratorias			✓	✓
Residentes			✓	✓
Vulnerables			✓	✓
Útiles			✓	✓
Corrientes fluviales	✓	✓		
Deslizamientos			✓	
Erosión eólica	✓	✓	✓	
Incendios	✓	✓	✓	✓
Inundación terrestre	✓	✓		
Inundación marina	✓	✓		
Fracturas	✓	✓		
Atrac. nat. Vegetación	✓	✓	✓	✓
Atrac. nat. Fauna	✓	✓	✓	✓
Atrac. nat. Paisaje	✓	✓	✓	✓
Agricultura	✓	✓	✓	✓
Ganadería	✓	✓	✓	✓
Turístico	✓	✓	✓	✓
Urbano	✓	✓	✓	✓
Recreativo	✓	✓	✓	✓
Area natural	✓	✓	✓	✓
Grado de transformación	✓	✓	✓	✓
Accesibilidad	✓	✓	✓	

Tabla XVII. Continuación.

Indicador	Criterios			
	Fácilmente cuantificable	Económicamente viable	Eficiente	Ambientalmente realista
Nivel de equipamiento	✓	✓	✓	
Nivel de infraestructura	✓	✓	✓	
Publica Federal			✓	✓
Publica Estatal			✓	✓
Privada			✓	✓
Ejidal			✓	✓
Comunal			✓	✓
Desechos sólidos degradabl	✓	✓	✓	✓
Desechos sólidos no degrad	✓	✓	✓	✓
Desechos líquidos	✓	✓	✓	✓
Suelos	✓	✓	✓	✓
Agua	✓	✓	✓	✓
Aire	✓	✓	✓	✓
Fauna	✓	✓	✓	✓
Flora	✓	✓	✓	✓
Rasgos históricos	✓	✓		
Rasgos antropológicos	✓	✓		
Arqueología	✓	✓		
Escuelas	✓	✓	✓	
Seguridad	✓	✓	✓	

7.2.1 Conservación.

El modelo de conservación (figura 12), se generó a partir de 7 indicadores de **presión** y 31 indicadores de **estado**, de tal forma que se requiere de 46 indicadores ambientales en la región para evaluar la capacidad de conservación.



Del producto de la evaluación de la capacidad de uso se genera un mapa de conservación, donde se aprecian las distintas clases de aptitud del suelo para la conservación (fig.13).

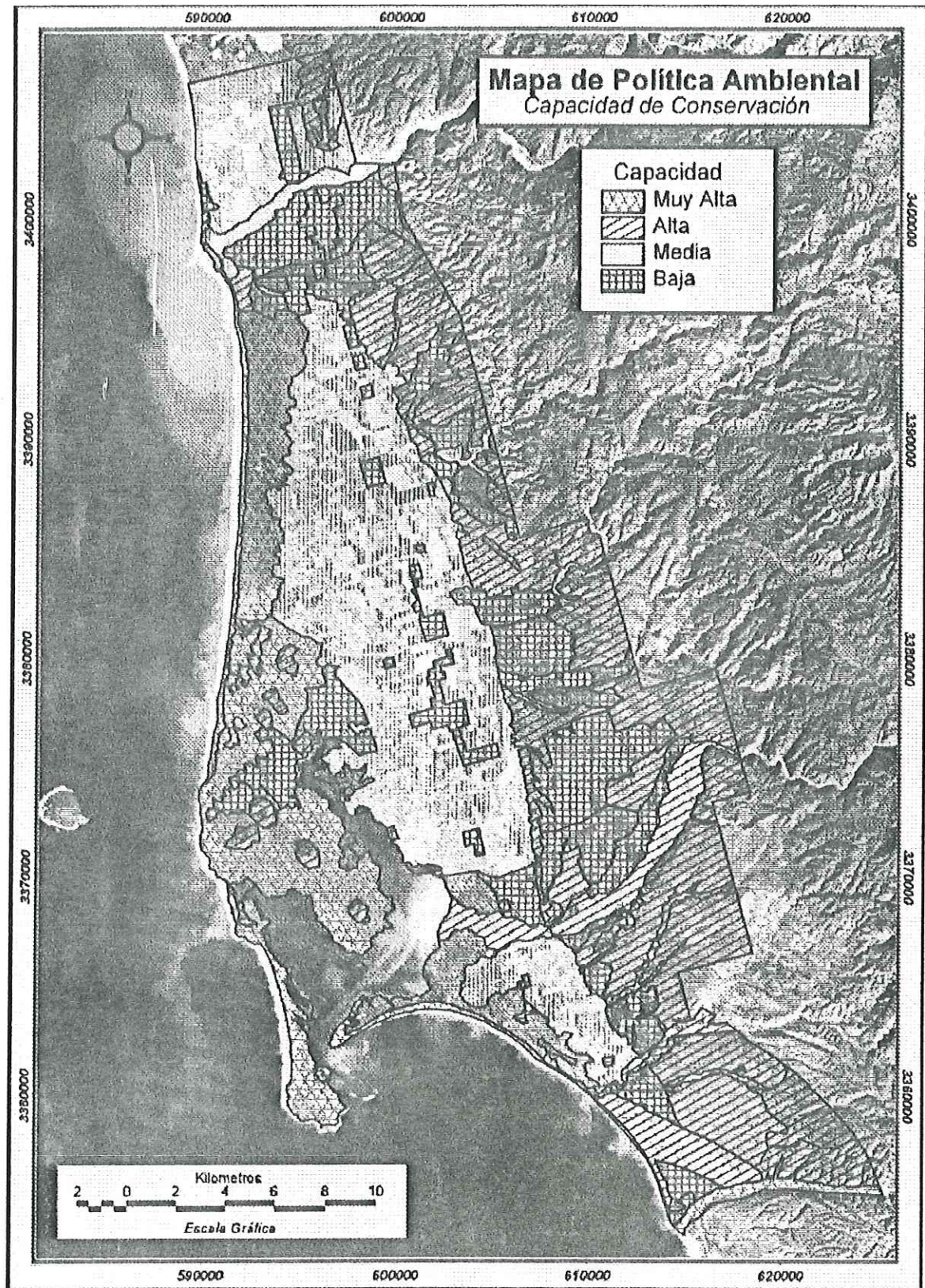


Figura 13. Mapa de capacidad de conservación.

7.2.2 Desarrollo Urbano

La figura 14 muestra el modelo específico para evaluar el desarrollo urbano, construido con 47 indicadores desglosados en 20 indicadores de **presión** y 27 indicadores de **estado**.

Los indicadores utilizados se evaluaron de acuerdo a las técnicas descritas y se genera un mapa de capacidad de desarrollo urbano (figura 15).

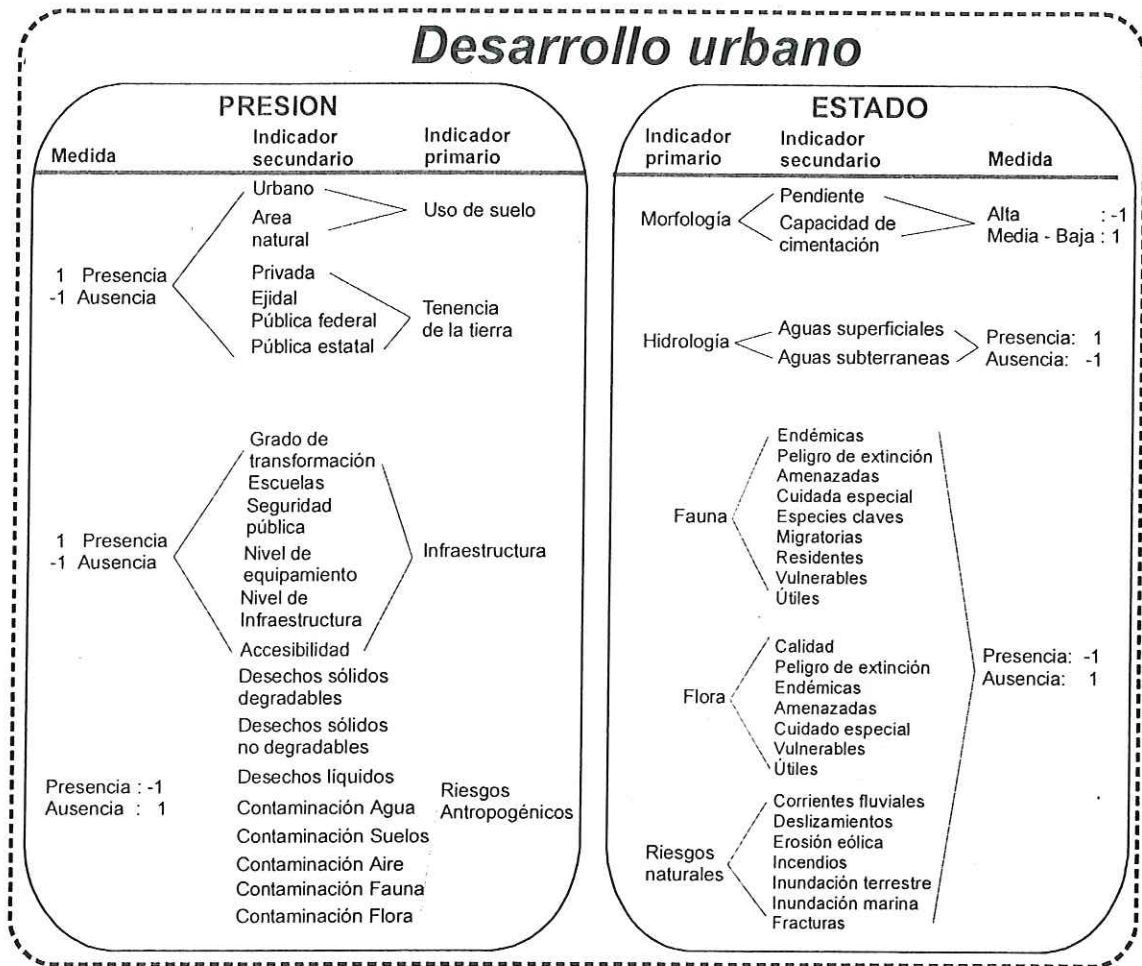


Figura 14. Modelo de capacidad de uso urbano.

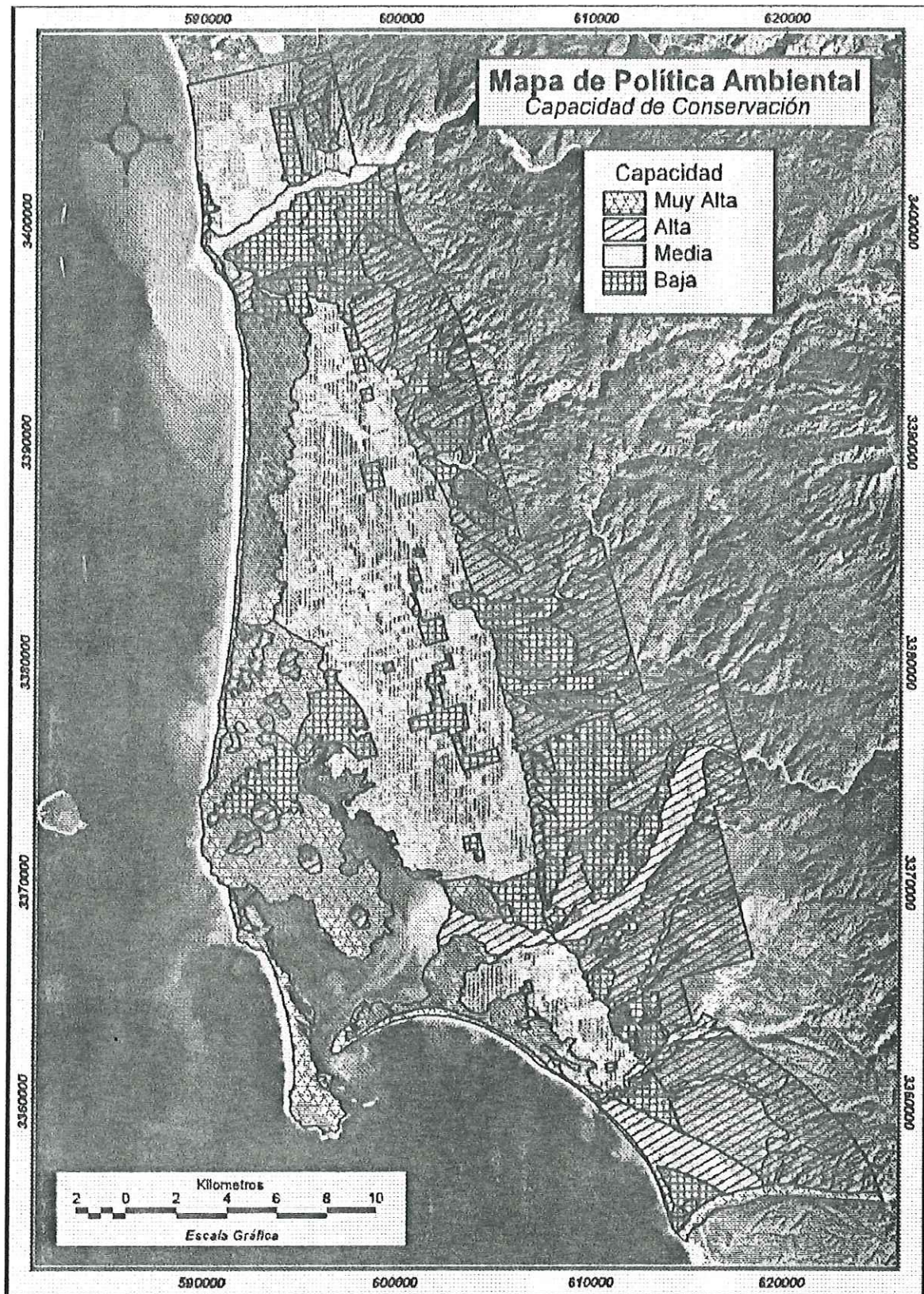


Figura 1. Mapa de capacidad de desarrollo urbano.

7.2.3 Agricultura

La figura 16 muestra el modelo de capacidad de uso agrícola, que generó 26 indicadores, estos se distribuyeron en 6 de **presión** y 20 de **estado**.

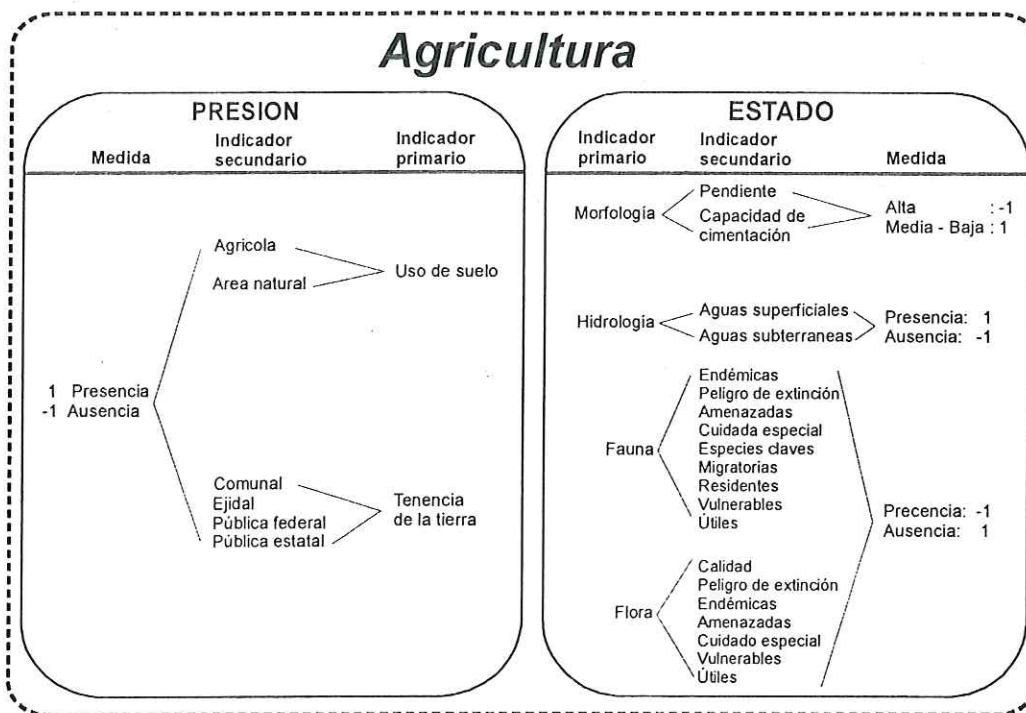
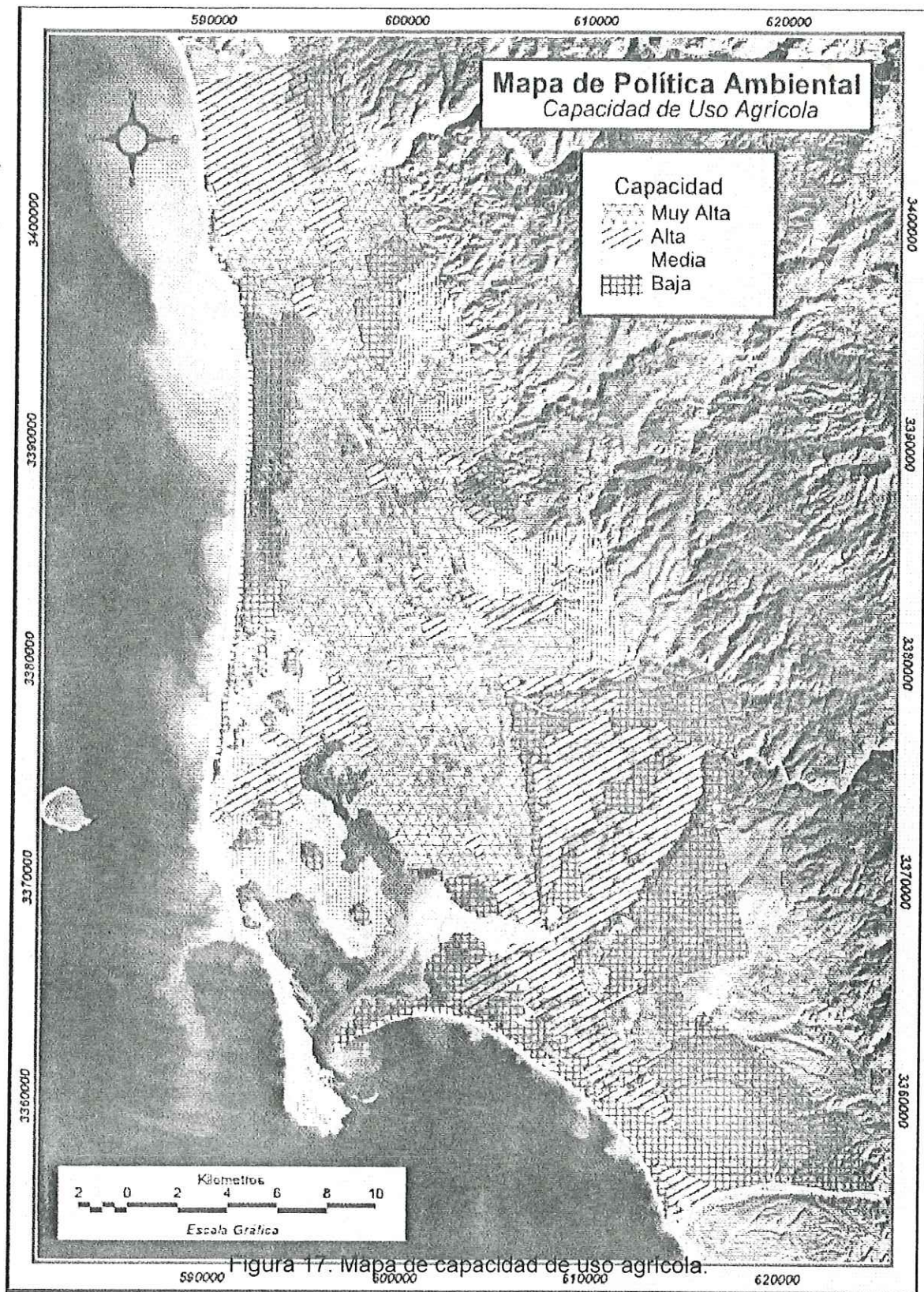


Figura 16. Modelo de capacidad de uso agrícola.

De la evaluación de estos indicadores se generó el mapa de capacidad de uso agrícola (Fig. 17).



7.2.4 Modelo de Atractivos turísticos

La figura 18 muestra el modelo específico propuesto para la evaluación de la capacidad de atractivos turísticos, el cual se generó a partir de 22 indicadores de presión y 28 indicadores de estado.

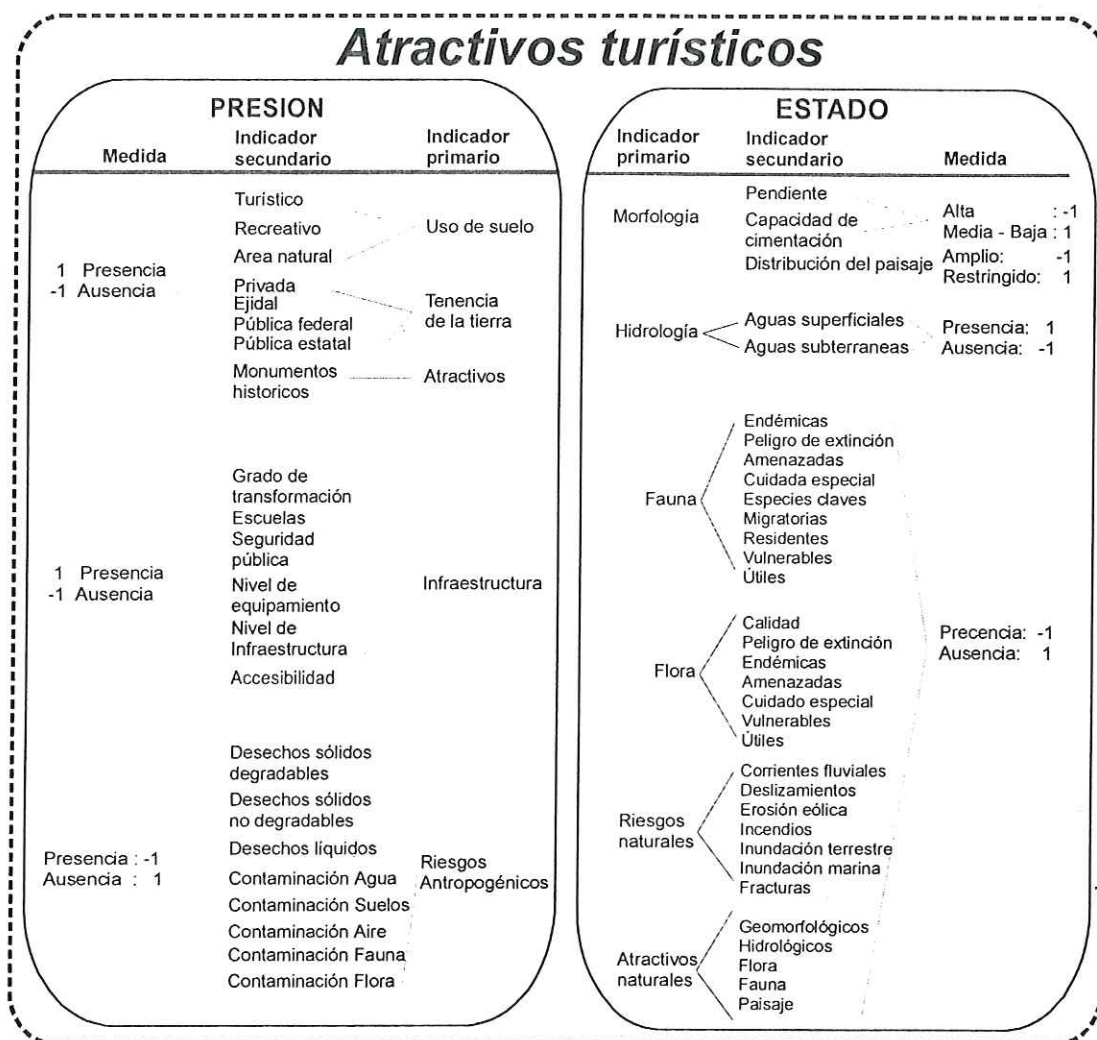


Figura 18. Modelo de capacidad de atractivos turístico.

La evaluación de este modelo generó como resultado un mapa de capacidad de atractivos turísticos (Fig. 19).

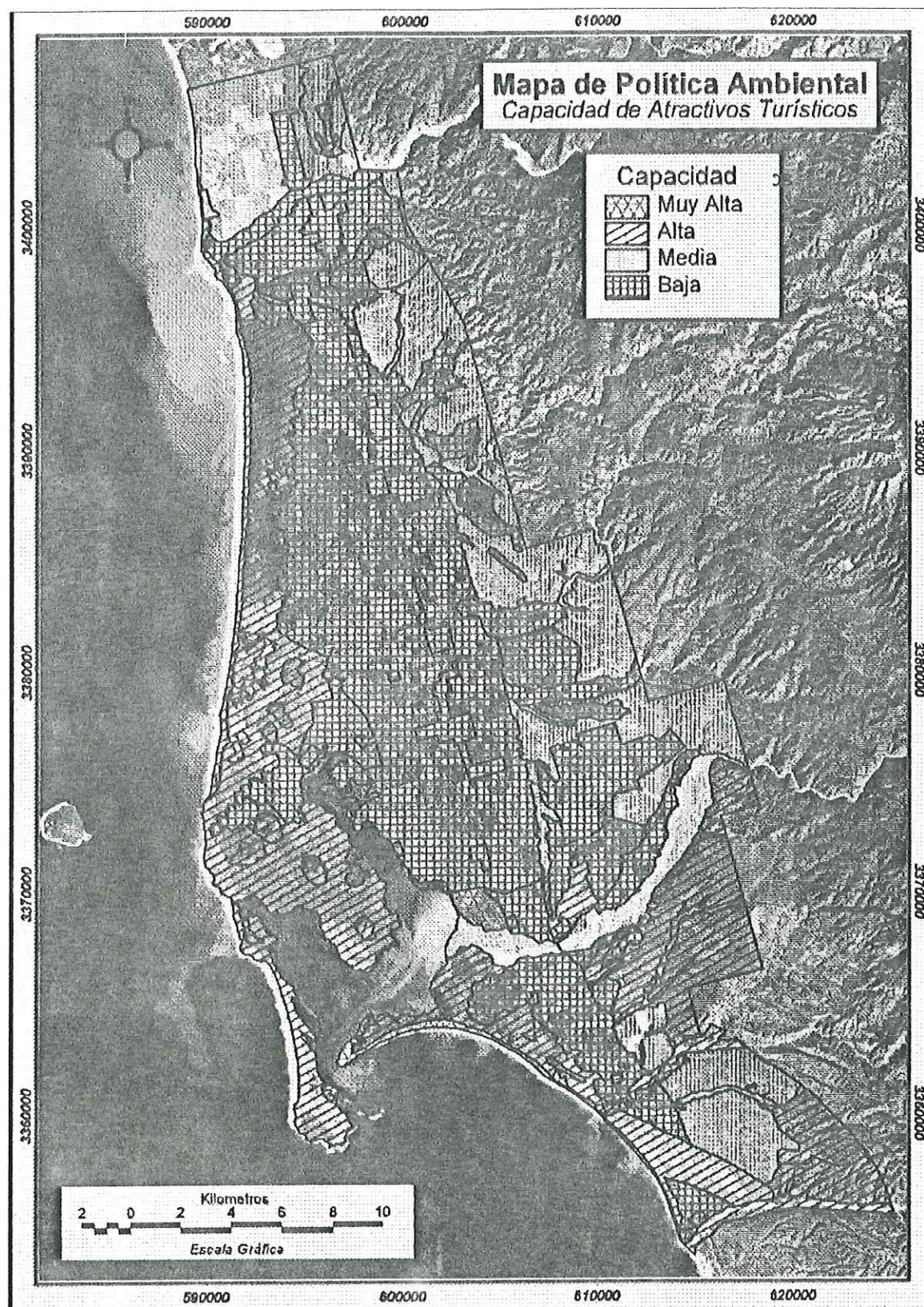


Figura 19. Mapa de capacidad de atractivos turísticos.

7.2.5 Sistema de información Geográfico.

La figura 20, muestra el esquema de la herramienta del SIG y el software, que se utilizó para aplicar y evaluar los modelos de indicadores ambientales. En principio, se captura la cartografía generada en el procedimiento de regionalización anteriormente descrito, con el programa AutoCADR13 y el apoyo de una tableta digitalizadora modelo SummaGrid V. Al mismo tiempo, se captura la información o fichas descriptivas con el apoyo de programa Microsoft Excel 97, para formar las bases de datos. El siguiente paso es construir las cobertura tipo ArcInfo, con el apoyo del programa ArcCAD ver. 11.4.1.

Los modelos específicos de indicadores de uso de suelo se evalúan con el programa Microsoft Excel 97 y el resultado se alimenta en conjunto con las coberturas ArcInfo al programa ArcView, que genera los mapas de uso de suelo.

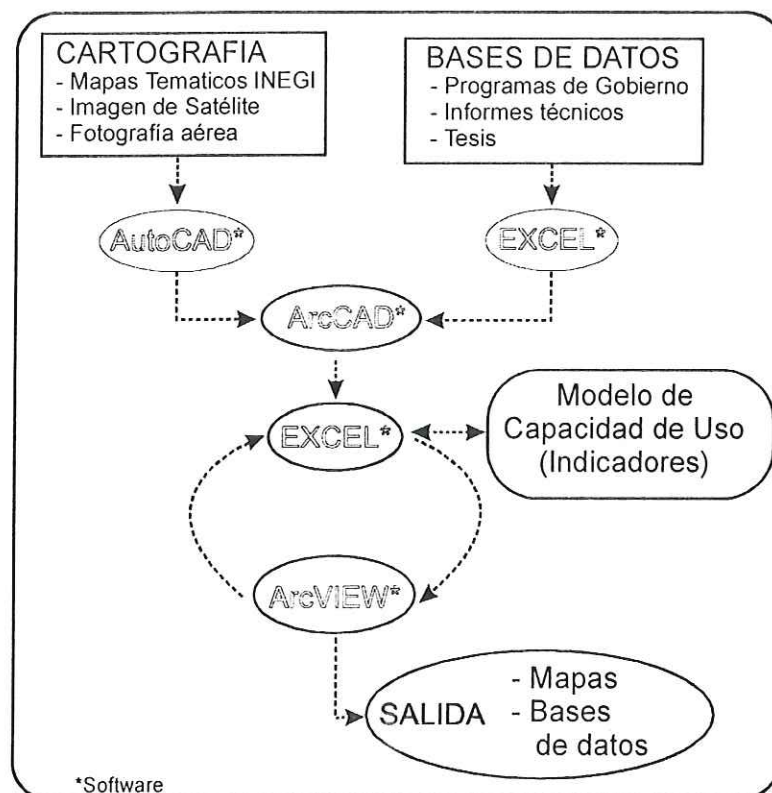


Figura 20. Modelo de integración del SIG.

8 DISCUSIONES

8.1 Indicadores ambientales

Todos los indicadores cumplieron de uno a todos los criterios planteados en la tabla II, excepto los criterios denominados *socialmente justo* y *políticamente aceptable*, debido a que estos criterios se aplican a indicadores de respuesta.

8.2 Regionalización

El 60 % del área, corresponde con la región hidrológica RH1Af, en seguida de acuerdo a la importancia relativa tenemos a las regiones RH1Ae, RH1Ba y RH1Ad, esta última con una cobertura del 2.6 %, en ella se localiza el Arroyo el Socorro (Tabla XVI).

Tabla XVIII. Área de cobertura por región hidrológica.

Region hidrológica	Area	%
RH1Ba	78,801,100.70	10.89
RH1Ad	18,812,477.00	2.60
RH1Ae	188,424,880.90	26.04
RH1Af	437,683,286.40	60.48
Total	723,721,745.00	100.00

La tabla XX, muestra el área de cobertura de cada uno de los paisajes en la zona, el de mayor presencia corresponde a la llanura costera con aproximadamente una tercera parte del total del área (33.48 %), compuesto fundamentalmente por aluvión. Los principales usos son agricultura y urbano de media a baja densidad. Este paisaje es el más impactado como secuela de los uso señalados y tiene como consecuencia la remoción total de la cubierta vegetal. En la desembocadura del arroyo San Simón se encuentra el paisaje correspondiente a delta, que ocupa el 0.77 % del área. Las planicies intermareales ocupan el 4.06 % del área, están compuestas por vegetación halófila, principalmente de pastos marinos, el valor ecológico de esto

paisajes es muy alto debido a que sirven como áreas de anidación, alimentación y reproducción para una variedad de peces y aves.

Tabla XIX. Area de paisajes y porcentaje correspondiente.

Paisaje	Area (m ²)	%
Llanura costera	242,307,533.50	33.48
Meseta	144,533,747.60	19.97
Lomerio tendido	82,426,710.30	11.39
Sierra baja compleja	62,237,056.60	8.60
Piso de valle	57,377,598.70	7.93
Llanura costera con lomeríos	35,761,584.60	4.94
Ciénaga	29,407,921.30	4.06
Planicie intermareal	25,742,079.20	3.56
Campo de dunas	17,081,039.60	2.36
Barra	14,869,148.80	2.05
Aparato volcánico	6,440,333.80	0.89
Delta	5,536,991.00	0.77
Total	723,721,745.00	100.00

En la tabla XVIII, se observa que existe un balance en las coberturas de los usos natural y agrícola de 50.29 y 47 % del área total respectivamente, en relación al 2.71 % de aprovechamiento para uso urbano.

Tabla XX Distribución de áreas por uso de suelo.

Uso	Area	%
Natural	363,955,468.10	50.29
Agrícola	340,166,022.50	47.00
Urbano	19,600,254.40	2.71
Total	723,721,745.00	100.00

8.3 Modelo general

El modelo general de indicadores ambientales y planificación ambiental comprende tres niveles jerárquicos de información, la figura 21 muestra la relación directa entre la fase de diagnóstico de la planificación ambiental y la pirámide de la información de indicadores ambientales

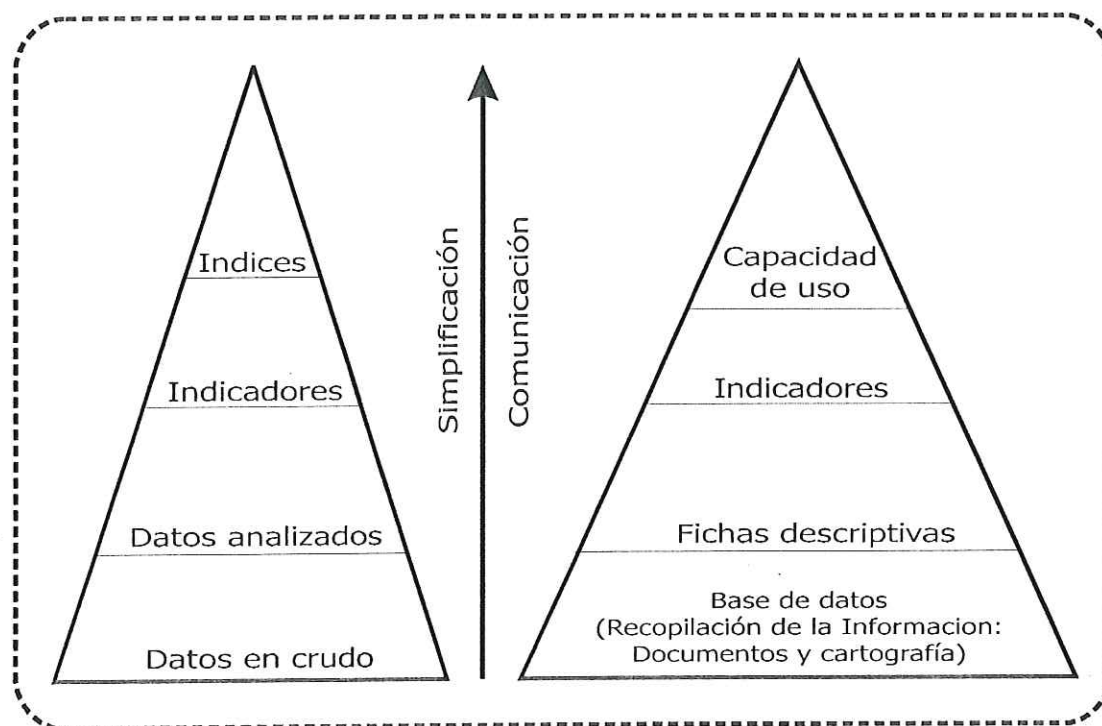


Figura 21. Integración de indicadores a la fase de diagnóstico de la planificación.

El primer nivel o datos en crudo, corresponde a la información recopilada y seleccionada del área de interés compuesta de información ambiental y socioeconómica, este cúmulo de información es seleccionada y "filtrada" de acuerdo a la técnica de regionalización para obtener el segundo nivel o datos analizados que corresponde con la ficha descriptiva, en el tercer nivel jerárquico se realiza la composición de indicadores acuerdo al valor positivo o negativo del indicador para determinado uso, si el indicador tiene un impacto positivo o negativo para el uso, es entonces seleccionado; en cambio si el indicador era "indiferente" o no representaba ningún tipo de impacto para el uso se descarta.

De acuerdo a la pirámide de la información, un índice es el resultado del análisis y/o evaluación de una serie de indicadores, en la figura 21, se muestra como la

capacidad de uso se relaciona en el mismo nivel jerárquico con los índices, por lo que se considera que la capacidad de uso de suelo puede ser utilizado como un índice a ese nivel.

8.4 Modelos específicos

8.4.1 Conservación.

En la tabla XIX, y el mapa de conservación (fig. 13), resultado de la aplicación del modelo, se observa que la capacidad mas alta o la mayor aptitud territorial para la conservación, se ubica principalmente en la porción costera, desde el extremo norte de "Laguna Figueroa", hasta el límite sur de "Punta Azufre". Esta zona contiene elementos de alto valor para el ecosistema (lagunas, marismas, arroyos, barras y dunas de arena), por las funciones ambientales que poseen. El área, que cubre es el 47.73 % de la superficie total.

El orden relativo de capacidades de conservación esta dado de: media, alta, baja y muy alta, donde los extremos de baja y muy alta les corresponde la penúltima y última importancia correspondientemente, con un rango del 21 al 18 % del área total.

Tabla XXI. Capacidad de conservación por área.

Capacidad	Area	%
Media	225,017,623.90	31.09
Alta	216,869,937.60	29.97
Baja	153,325,626.20	21.19
Muy Alta	128,508,557.30	17.76
Total	723,721,745.00	100.00

La funcionalidad del modelo se basa en la capacidad de identificar, las áreas importantes para la conservación. Los resultados del modelo muestran que las marismas obtuvo alta capacidad de conservación (fig. 13), las funciones van desde proporcionar abrigo y alimento a peces y aves de la región, hasta la producción de nutrientes al ecosistema de lagunas que existe en la bahía, este punto es relevante por

que la alta productividad de este ecosistema, mantiene las condiciones para que se desarrolle la actividad acuícola, de importancia dentro del contexto económico regional. Por otro lado el modelo mantiene con capacidad de protección muy alta, a la barra de cabo San Quintín, que tiene ponderada importancia para la protección y mantenimiento de las condiciones de la bahía, otro elemento importante con capacidad de protección alta es Laguna Figueroa, esta tiene una función ambiental importante ya que opera como amortiguador de inundaciones tanto marinas como terrestres. Con base en lo anterior la funcionalidad del modelo cumple con la identificación, mediante la asignación de muy alta capacidad de conservación a los elementos de relevancia para el ecosistema.

8.4.2 Desarrollo urbano

En la tabla XXVII, se observa que el área con capacidad muy alta, para el desarrollo urbano, es reducida respecto al área total (2.03 %), la mayor parte de la zona, obtiene en una capacidad de media a alta (71.64 %).

Tabla XXII. Capacidad de uso urbano por área.

Capacidad	Area	%
Alta	272,700,520.60	37.68
Media	245,796,401.80	33.96
Baja	190,520,328.20	26.33
Muy Alta	14,704,494.40	2.03
Total	723,721,745.00	100.00

Es innegable que las necesidades de los asentamientos varían en función de la densidad de los mismos. A partir de esto las clases de capacidades de uso urbano pueden "traducirse" en clases de uso urbano, desde asentamientos de alta densidad (muy alta), a asentamientos de media y baja densidad en las clases de alta a media.

La funcionalidad del modelo de uso urbano, se basa en la capacidad del mismo para identificar zona adecuadas para el desarrollo de estos aprovechamientos, en

términos de minimizar los impactos al ambiente y de disminuir los riesgos a la población. La figura 14 muestra que las zona con capacidad muy alta de desarrollo urbano, corresponde con las zona urbanas desarrolladas, por otro lado, que zonas con alto riesgo o atributos funcionales importantes tienen una capacidad baja, como Laguna Figueroa, Cabo San Quintín y Punta Azufre.

8.4.3 Agricultura

En la tabla XXI, se observa que el 40.12 % de la zona tiene una capacidad muy alta para uso agrícola, principalmente en la llanura costera. El 30.05 %, corresponde a la capacidad de uso baja, ubicada en áreas con pendiente altas o de valor para el ecosistema.

Tabla XXIII. Capacidad de uso agrícola por área.

Capacidad	Area	%
Muy Alta	290,373,414.20	40.12
Baja	217,465,894.40	30.05
Media	117,497,877.70	16.24
Alta	98,384,558.70	13.59
Total	723,721,745.00	100.00

La funcionalidad del modelo de uso agrícola se basa en identificar las área mas aptas para el desarrollo agrícola, son deseables las zonas de baja pendiente, suelos productivos y disponibilidad de agua, al mismo tiempo se debe respetar la zonas ecológicas importantes. La figura 17 muestra que las zonas con capacidad muy alta, se localizan en el aluvión de la llanura costera, esta área cumple con los requisitos deseables para el desarrollo de la actividad en equilibrio con el ambiente en términos de impactos.

8.4.4 Atractivos turísticos.

La tabla XXII, muestra que cerca de la mitad de la zona (46.58 %) obtiene una capacidad baja de atractivos turísticos. Así mismo, se observa que en el extremo opuesto, sólo el 1.64 % de la zona tiene una capacidad muy alta de atractivos turísticos,

Tabla XXIV. Capacidad de atractivos turísticos por área.

Capacidad	Area	%
Baja	337,135,085.90	46.58
Alta	201,146,295.00	27.79
Media	173,565,664.70	23.98
Muy alta	11,874,699.40	1.64
Total	723,721,745.00	100.00

La funcionalidad de este modelo específico, se fundamenta en la capacidad del mismo de identificar áreas con potencial de atractivos turísticos. El mapa de atractivos turísticos (Fig. 18), muestra que las marismas tienen una capacidad muy alta de atractivo turístico marismas por la gran cantidad de aves y la belleza escénica que tiene el lugar, respecto a la capacidad alta, las áreas con esta capacidad se distribuyen a lo largo de la línea de costa, por la presencia de la belleza escénica. En el lado opuesto las áreas con capacidad baja, se localiza, en las zonas con actividad agrícola y urbana principalmente y donde la cubierta vegetal ha sido removida y el paisaje modificado. Con base en lo anterior el modelo cumple con la identificación de áreas de interés para la actividad turística.

La capacidad de atractivos turísticos, no significa capacidad para desarrollos turísticos, sin embargo se puede obtener un escenario de desarrollos turístico combinando los resultados de los modelos específicos de uso urbano y atractivos turísticos.

8.4.5 Integración y Sistema de Información Geográfico.

El objetivo del Sistema de información es automatizar y acelerar el proceso de evaluación de los modelos específicos de indicadores ambientales, y general los escenarios alternativos., la meta de este objetivo se logra, automatizando el proceso con las herramientas de computo y por consecuencia se acelero la evaluación, del mismo modo la herramienta permite "calibrar" los modelos de manera sencilla. Este proceso de calibración, se presta como un instrumento eficaz para la participación en talleres y obtener resultados en muy corto plazo.

La alta dinámica del ambiente, necesita del procedimiento de actualización de las bases de datos, este es el segundo objetivo del SIG, establecer el mecanismo de seguimiento y reevaluación del proceso de planificación ambiental. Este se logra al incorporar los modelos en el SIG. Una vez generados los escenarios, la herramienta permite actualizar los indicadores de **presión y estado** proceso y por consecuencia reevaluar a través de los indicadores, los índices o escenarios de uso de suelo a utilizados en el proceso de toma de decisiones, estas desiciones producen un cambio en las condiciones de la presiones y el estado del ambiente que modificados dentro del modelo producen nuevas respuestas en forma de índices de capacidad de uso. Quedando establecido un proceso dinámico y continuo de reevaluación.

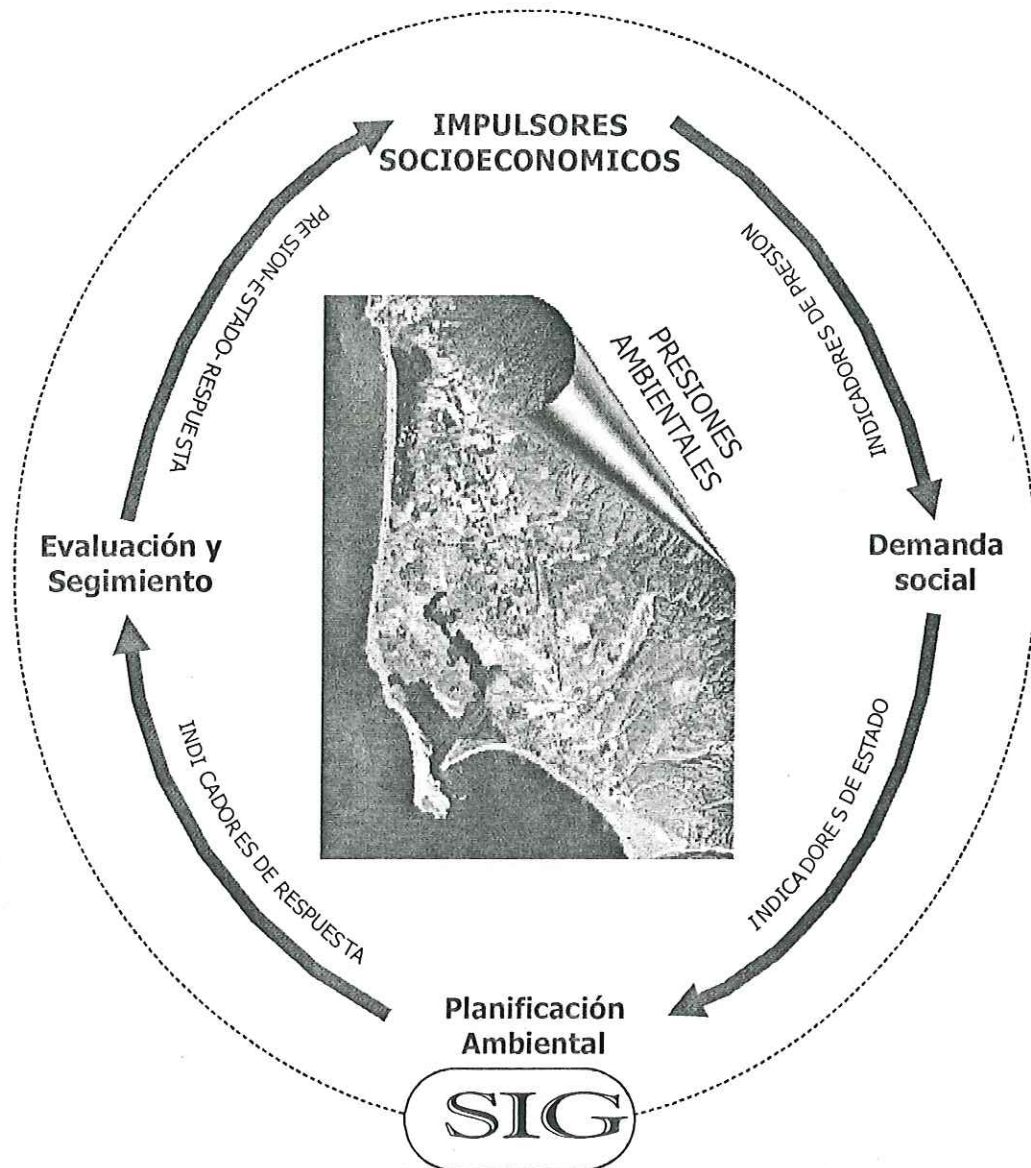


Figura 22. Sistema de Información

9 CONCLUSIONES

Regionalización y caracterización del caso de estudio dio como resultado la conformación de 125 unidades ambientales de evaluación, que cubre un área de 72,372-17-45.00 hectáreas.

Se consideraron tres criterios para la selección del área de estudio; **importancia regional**, la región de San Quintín, por que es una zona prioritaria de desarrollo dentro del programa estatal de desarrollo urbano, 1999-2001; **la diversidad de ambientes** en el área existen una diversidad de ambientes típicos de zonas costeras: Barras y dunas de arena, marismas, planicies de inundación, llanuras costeras y sierra baja; **Diversidad de actividades económicas** en zona se desarrollan actividades agrícolas, turísticas, desarrollo urbano y comerciales.

La zona en general presento capacidades de: Media y Alta para la conservación (31 y 30 % respectivamente); Alta y media para el desarrollo urbano (38 y 34 %, respectivamente); Muy alta y Baja para la agricultura (40 y 30% respectivamente) y Baja y alta para atractivos turístico (47 y 28 % respectivamente).

Se obtuvo un modelo general de los indicadores de presión y estado los cuales se utilizaron para evaluar el uso de suelo con base en la metodología de planificación ambiental (Gómez-Morín, et al, 1995), en la región de San Quintín B. C.

Se desarrollo un modelo general de indicadores de presión y estado (fig. 11), asi como modelos específicos (figs. 12, 14, 16 y 18), para evaluar la capacidad de uso de suelo con base en las metodologías PER, OCDE, (1998) y planificación ambiental, Gomez-Morin, (1994).

Los indicadores seleccionados cumplieron con al menos un criterio de selección, que valida y justifica el uso de estos en los modelos planteados.

El modelo general puede ser utilizado como base en otras regiones para desarrollar modelos específicos de uso de suelo.

Los modelos específicos a partir del modelo general, son válidos para el uso y región especificados; los indicadores se deben de ajustar de acuerdo a la región y uso seleccionado.

Se generaron 4 mapas de capacidad de uso de suelo (figs. 13, 15, 17 y 19), como resultado de los modelos específicos de evaluación.

El SIG valoró, los modelos específicos de indicadores y planificación ambiental para evaluar la capacidad de uso de suelo para la región costera de San Quintín, Baja California México.

Por otro lado consideramos como un apoyo importante el uso de esta herramienta debido a la elevada dinámica de los procesos sociales y el impacto que este tiene sobre el ambiente, como el uso de suelo, el cual tiene gran peso e importancia dentro de este proceso.

Los modelos de indicadores obtenidos cumplen con los elementos fundamentales; **Cuantifican** la información utilizando las técnicas descritas en el proceso de regionalización, **sintetizan** la información sobre un complejo fenómeno a través de los índices de capacidad de uso y **transmiten** la información dentro del proceso de toma de decisiones en forma de mapas de capacidad de uso.

Un elemento importante, que contienen los indicadores, es la capacidad de comunicación, de un fenómeno hacia la sociedad, en este sentido la herramienta del SIG, con apoyo de la red mundial de internet (World Wide Web), puede publicarse y cumplir esta importante función de comunicación.

10 REFERENCIAS.

- Allen, H., *et al.* 1995. Environmental Indicators: A Systema Aproach to Measuring and Reportig on Environmental Policy Performance in the Context of 'Suistainable Development. World Resources Institute. Washington, D.C.
- Alvarez Borrego, S., Ballestero Grijalva G y Chee Barragan A. 1975. Estudio de algunas Variables Fisicoquímicas Superficiales en Bahía San Quintín, en Verano, Otoño E Invierno. *Ciencias Marinas*, 2(2): 1-9.
- Arredondo Garcia M. C. 1990. Vocación de Uso de Turístico en la Región de San Quintín, B. C. Tesina de Especialidad en Administración de Recursos Marinos, Facultad de Ciencias Marinas, UABC..
- Barnett J. 1993. Suistainable Development: How to Make it Work. *Architectural Record*, June 1993. <http://www.sustainable.doe.gov/articles/sustdev.htm>.
- Bennett-Domínguez J., 1990. Vocación de uso Turístico de la Planicie Costera del Estero de Punta Banda, Baja California. Tesina de Especialidad en Administración de Recursos Marinos, Facultad de Ciencias Marinas, UABC.
- Castro Barrera T. 1982. Densidad, diversidad y distribución de los grupos zooplanctónicos en relación con algunos nutrientes y productos de degradación de la Clorofila *a*, en la Bahía San Quintín, Baja California. *Ciencias Marinas* (8) 1, 1-19 pp.
- Cendrero, 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 Protecction and Land Use Planning in the Industrial and Development Countries. E. Schweizerbart Verlag, Stuttgart, pp. 149-181.

- Cendrero, A. 1997. Indicadores de Desarrollo Sostenible para la toma de decisiones. *Naturzale*. 12. 1997, 5-25.
- Cendrero, A. y Fischer, D. W. 1997. A procedure for Assesing the Environmental Quality of Coastal Areas for Planning and Management. *Journal of Coastal Research*, 13(3), 723-744.
- Cicin-Sain, B. and Knech, W. R. 1998. Integrated Coastal and Ocean Management. Concepts and Practices. Island Press. Washington, D. C. 518 pp.
- Clarke K. C. 1997. Getting Started with Geographic Information System. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Kersey.
- Cruz Varela. A. 1997. Planfificación Integral del Desarrollo Costero para el Corredor Bahía Kino-Guaymas en el estado de Sonora. Tesis de Maestría. UABC. Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada B. C.
- CSIRO. 1999. A Guidebook to Environmental Indicators. <http://www.csiro.au/csiro/envind/code/pages/01.htm>.
- Diario Oficial de la Federación. 1997. Miércoles 3 de abril de 1996. Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. Decreto por el que se aprueba el programa sectorial de mediano plazo denominado Programa de Medio Ambiente 1995-2000.
- Dobris. 1999. Reports of environment. <http://www.eea.eu.int/Document/3-yearly/Dobris2/summary/es/gencon.htm>.
- Environment Canada. 1996. Canada's National Environmental Indicators Series. Environment Canada.

- Fermán-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. UABC. Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada B. C.
- García-Gastelum A. 1997. Clasificación integral del litoral costero de la Bahía de Todos Santos, B. C, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada B.C. México.
- Gastil, R. Gordon (1975). Aplicación de un Modelo Numérico y Análisis de las Condiciones Hidrométricas en Bahía San Quintín, B.C. Tesis de Maestría. C.I.C.E.S.E.: 32 pp.
- Gobierno del Estado de Baja California. 1998. Programa Estatal de Desarrollo Uirbano, 1999 – 2001. Secretaría de Asentamiento Humanos y Obras Públicas de Estado, 116 pp.
- Gómez-Morin F., L., A. Escofet, I. Espejel, J.L. Fermán, G. Torres, R. Guardado y L. Cupul. 1993. Evaluación Ecológica para Usos Múltiples. Programa Regional de Desarrollo Urbano Turístico y Ecológico del Corredor Costero Tijuana-Ensenada. Informe Técnico Final. Universidad Autónoma de Baja California-Gobierno del Estado de B.C.-SAHOPE. Mexicali, B.C. 58 p.
- Gomez-Morín F. L., 1994. Marco Conceptual y Metodológico para la Planificación ambiental del Desarrollo Costero en México: La Experiencia de Baja California, Tesis de Maestría. UABC. Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada B. C.
- 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, 299 p.
- Hammond A. Adriaanse A. Rodenburg E. Bryant D. and Woodward R. 1995. Environmental Indicators: A Systematic Approach to Measuring and Reporting

on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development. Word Resources Intitute. Washington D.C. 52 pp.

INE, 1998, Instituto Nacional de Ecologia. Indicadores Ambientales. <http://www.ine.gob.mx>

INEGI. Cartas Temáticas Escala 1:50,000 H11B???. Conseguir cita.mapas, fotografia aerea e imagen de satelite.

Leatherman S. P. 1997. Beach Rating: A Methodological Approach. *Journal of Coastal Research* 13:1: 253-258.

LEGEEPA. 1997. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (y disposiciones complementarias). Decimotercera edición actualizada. Editorial Porrúa. México. D.F.

Leyva Aguilera J C. 1993. Areas Costeras Protegidas: Una Propuesta para Educación Ambiental en San Quintín, B. C.

Lourens J. Van Zwol C y Kuperus, N. 1997. Indicators for Environmental Issues in the European Coastal Zone. *Intercoast Network. Fall 1997.*

Nijkamp P. and Rietveld P., 1990. Multicriteria evaluation in Physical Planning. Elsevier Science Publications. Amsterdam, The Netherlands, 219 pp.

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. Tesina de Especialidad en Administración de Recursos Marinos, UABC.

McHarg, I. L. 1971. Design with Nature. American Museum of Natural History. Garden City. New York.

- Nijkamp P. and Rietveld P., 1990. Multicriteria evaluation in Physical Planning. Elsevier Science Publications. Amsterdam, The Netherlands, 219 pp.
- OCDE. 1998. Environmental indicators = Indicateurs d'environnement. Organisation for Economic Co-operation and Development. Paris. 159 p.
- O. E. A-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. 60 p.
- Pieri C. 1997. Planning sustainable land management: the hierarchy of user needs. <http://www.itc.nl/ha2/suslup/KeySpeakers/Apieri.pdf>.
- SAHOPE -Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas del Estado de Baja California-. 1994. Programa Regional de Desarrollo Urbano, Turístico y Ecológico del Corredor Costero Tijuana Ensenada. Versión Abreviada. Mexicali, B.C. 49 pp.
- SAHOPE- Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. Gobierno del Estado de Baja California (1996). Esquema de Desarrollo Urbano, Valle de San Quintín.
- SEDUE -Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología-. 1988. Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio. Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica,
- SEMARNAP (Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca). 1995. Programas de Manejo Areas Naturales Protegidas: Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado. Publ. Especial 1, 97 pp

Thomas W. A. 1971. Indicators of Environmental Quality. Plenum Press.(buscar en biblioteca la cita completa).

UNCED -United Nations Conference on Environment and Development- 1992: The Rio Declaration on Environment and Development. Rio de Janeiro, Brasil, Junio de 1992.