

SEMINARIO INTERNACIONAL "SISTEMAS DE INFORMACION
GEOGRAFICOS" SANTIAGO 20 al 22 de OCTUBRE 1999.

MEDIO AMBIENTE EN SISTEMAS LITORALES: EL CASO DEL BORDE
COSTERO DE VALPARAISO, V REGION. CHILE.

Consuelo Castro Avaria.
Instituto de Geografía
Pontificia Universidad Católica de Chile

ANTECEDENTES

El manejo de sistemas naturales complejos requiere de una aproximación integrada capaz de considerar las interrelaciones de los elementos del medio y de los intereses múltiples por el uso del territorio de manera coordinada y racional. En los sistemas naturales costeros la importancia de la planificación integrada se debe a:

- La fragilidad de los ecosistemas presentes (**interés ecológico**).
- La importancia derivada de su naturaleza pública (**interés social**).
- Su trascendencia como bien escaso, con un carácter marcadamente polifuncional (**importancia económica**).

Por otra parte, en cada una de las fases operativas del proceso de planificación se requiere información, saber donde conseguirla y cómo organizarla, ya que de esto dependerán los diagnósticos que se elaboren.

Para el diagnóstico ambiental, se requiere además precisar algunos **indicadores del estado del sistema natural** que sean significativos y sencillos de interpretar, como por ejemplo, representar el estado y uso del medio natural; o bien, captar el impacto de los usuarios sobre dicho medio.

***Proyecto Fondecyt N°1990586**

a.- Manejo de datos:

La información requerida para el diagnóstico ambiental, si existe, se encuentra a distintas escalas territoriales, es muy variada desde el punto de vista temático (cartas, imágenes, datos diversos) y se encuentra por sectores de la administración pública.

Para **organizar la información** los SIG son una forma especializada de bases

de datos que permite el manejo de información georreferenciada que puede desplegarse en mapas integrando datos ambientales, sociales y económicos.

Las bases de datos son esenciales porque proveen a los que toman las decisiones, de vías para identificar los hechos relevantes en un territorio,

señalando los impactos esperados de acciones alternativas.

Dicha base de datos debe ser funcional y selectiva en función de su aplicación para la ejecución de tareas específicas. En las zonas costeras algunos aspectos relevantes son:

- indicación de áreas o factores del medio natural que estarán bajo presión con urbanizaciones futuras y desarrollo costero.
- Selección de sitios apropiados para servicios públicos esenciales que no causen degradación ambiental, por ejemplo: rellenos sanitarios, puertos.
- Identificación de prioridades para conservación de la naturaleza.
- Planificación del turismo de acuerdo a la capacidad de carga de los recursos costeros.
- Selección de escenarios o proyectos de desarrollo alternativos.
- Identificación de los instrumentos apropiados para el control.

Con la creación de una base de datos, se crea un conjunto coherente de información pluridisciplinaria a partir de la cual se pueden efectuar diferentes análisis. Por ejemplo el diagnóstico y análisis permiten comprender el funcionamiento del sistema natural; el trabajo de síntesis es una etapa indispensable, representado en cartografía específica que es un aspecto de interés en el uso de estos sistemas de ayuda a la decisión en materia de gestión del territorio y cuidado del medio ambiente.

b.- Criterios ambientales en la ordenación territorial:

El estudio del medio natural se puede realizar a partir de la definición de **unidades de integración** de los elementos del medio natural (unidades homogéneas), que representan la clasificación del medio natural a partir de ciertos criterios. La definición de estas unidades sirve para efectuar estudios sobre la potencialidad del medio ambiente ligada a ciertas actividades, o inversamente, el impacto de las actividades sobre el medio ambiente. Las unidades pueden reagruparse utilizando otros criterios (ecológicos, agrícolas, turísticos) diferentes de aquellos que sirvieron para crearlas.

CASO DE ESTUDIO: EL BORDE COSTERO DE VALPARAISO

Metodología y Resultados:

a) El proceso de integración de la información.

Con la información recopilada en el levantamiento de terreno de los aspectos del *medio físico–natural* se elaboró el mapa de **Unidades Fisiográficas** (cuya definición se basó en el análisis geomorfológico (Castro, C y Brignardello, L., 1997). Se determinaron siete unidades fisiográficas según sus características

morfográficas, morfogenéticas y morfoestructurales (ver mapa 1), dichas unidades son:

- a) Unidad litoral de costa acantilada.
- b) Unidad litoral de costa baja.
- c) Unidad de dunas.
- d) Unidad de planicies litorales tabulares.
- e) Unidad de planicies litorales disectadas
- f) Unidad de fondo de valles.
- e) Unidad marina.

Se destaca el criterio geomorfológico en la denominación de las unidades, porque éste es un parámetro determinante en la estructura del paisaje natural.

Con la información de los aspectos del *medio antrópico-cultural* se elaboró un mapa del **Uso del Suelo**. Se determinaron nueve unidades agrupadas en tres categorías de acuerdo al medio natural en el que se localizan las actividades (ver mapa 2).

- A) Medio Costero
 - Unidad de uso urbano.
 - Unidad de uso agropecuario.
 - Unidad de uso silvícola y vida silvestre.
- B) Medio Borde Costero
 - Unidad de uso portuario (terrestre).
 - Unidad de uso turístico y recreacional.
 - Unidad sin uso directo.
- C) Medio Marino
 - Unidad de uso pesquero artesanal.
 - Unidad de uso portuario.
 - Areas marinas protegidas.

De la unión gráfica y de atributos de las coberturas de unidades fisiográficas y de uso del suelo se confeccionó el mapa de **Unidades Homogéneas** (ver mapa 3). Se definieron 14 unidades homogéneas agrupadas en cinco categorías (Tabla I).

b) Criterios de evaluación de unidades homogéneas del borde costero:

Primero se definieron ocho criterio-objetivos de valoración de la sensibilidad del medio natural y diez criterio-objetivos de valoración de la agresividad de las actividades humanas.

Entonces, para cada unidad se valoraron los atributos de sensibilidad y agresividad respectivamente. Aplicando estos criterios, y a partir de matrices de correlación (ver tablas II y III) se efectúa la valoración cuyo resultado se expresa en

Los **criterio–objetivos de valoración de la sensibilidad del medio natural** son:

- 1) El *tipo de línea de costa*, siendo más vulnerables los depósitos arenosos (valor 4) dada su dinámica espacio–temporal. Las unidades más sensibles en este aspecto resultaron ser las unidades 9 y 10.
- 2) La *estabilidad hidrodinámica del borde costero* más sensible es aquella con variaciones estacionales fuertes (valor 3). La unidad más sensibles en este aspecto es la 10.
- 3) Los *tipos de sustratos* más sensibles son los arenosos por su inestabilidad debida a la falta de cohesión (valor 4). Las unidades más sensibles en este aspecto resultaron ser las unidades 1 y 2.
- 4) La categoría "sin capacidad de uso agrícola", de acuerdo a la clasificación de CIREN, tiene el valor más alto de sensibilidad aplicando el criterio–objetivo de *capacidad de uso del suelo* (valor 4).
- 5) Los *tipos vegetales* más sensibles corresponden a las comunidades arbustivas costeras y asociaciones litorales (valor 3) que se localiza en las unidades 1, 10 y 11.
- 6) El *funcionamiento hidrodinámico* de tipo espasmódico–torrencial en las quebradas es el que representa una condición de mayor sensibilidad (valor 4). Las unidades 4 y 6 resultaron ser las más sensibles.
- 7) La *calidad del medio marino* se valoró de acuerdo a la abundancia↔escasez, singularidad↔frecuencia, y densidad↔monotonía, de los elementos del ecosistema marino. La unidad más sensible en este aspecto es la unidad 14.
- 8) Por otra parte, *la calidad de los ecosistemas* se valoró de acuerdo a la biodiversidad ↔monotonía, frecuencia↔inexistencia y complejidad↔simplicidad de los elementos del ecosistema marino. Las unidades más sensibles en este aspecto son la 12 y 14.
- 9) Finalmente, la dinámica oceanográfica de tipo muy dinámico tiene la más alta valoración (valor 4). Las unidades 12 y 14 presentaron la mayor valoración.

Respecto de los **criterio–objetivos de valoración de la agresividad de las actividades humanas**, se consideró:

- 1) La *frecuentación turística*, como una actividad temporal que, si sobrepasa la capacidad de carga del sistema, afecta negativamente al medio. Las unidades 9 y 10 son aquellas con máxima agresividad según este parámetro.
- 2) La *actividad portuaria*, según el tamaño de las instalaciones existentes; las unidades que soportan mayor agresión son aquellas en que se encuentran los puertos de gran cabotaje: unidades 5 y 13.
- 3) La *pesca*, se evaluó según el tipo y frecuencia de la extracción. La pesca extractiva intensiva se consideró como la más agresiva representada por la pesca bentónica. La unidad 12 posee el mayor valor.
- 4) La *concentración demográfica* fue estimada como factor de agresividad considerando la densidad de población. Las unidades con mayor valor de agresividad según este parámetro son aquellas con densidad superior a 100

- habitantes por hectárea, que corresponden a las unidades 2, 4 y 5.
- 5) Las *industrias* fueron valoradas según su tipo, desde industria artesanal hasta altos hornos que tienen la máxima valoración. Las unidades que soportan mayor agresividad en este aspecto son la 4, 5 y 9.
 - 6) La *red vial y su flujo*, fue valorada según el tipo y la proximidad de la vía al litoral, y según la intensidad del tráfico. Las unidades 1, 5 y 10 presentan los valores más altos.
 - 7) El *uso agrícola del suelo* fue valorado considerando que el uso ganadero intensivo representa el valor de agresión más alto. Pese a no haber unidades representativas, aquellas con mayor valoración son la 6, 7 y 8.
 - 8) Las unidades 5 y 12 presentan el mayor valor de agresividad según el criterio-objetivo de *contaminación*, ya que tienen una alta frecuencia de contaminación de las aguas costeras.
 - 9) La *erosión* se evaluó como factor de agresividad cuando presenta alta frecuencia en una unidad, como ocurre con las unidades 1 y 6.
 - 10) Por último, los *incendios forestales* constituyen un factor de agresividad en el área de estudio y fueron considerados según la frecuencia de ocurrencia del evento. Las unidades 4, 6 y 7 presentan los mayores valores de agresividad de la actividad.

c) Resultados de la evaluación de las unidades homogéneas

Como resultado de la valoración hecha según la tabla IV, se obtuvo el mapa de **Evaluación de Unidades** (mapa 4) en el cual la intensidad del color indica el grado de sensibilidad del medio natural y la intensidad de la trama señala el grado de agresividad de las actividades humanas.

Las unidades con alta sensibilidad natural son: la unidad urbana sobre dunas; la unidad marina de protección de recursos marinos; la unidad litoral rural sin uso directo y la unidad periurbana sobre terraza fluvial de uso turístico.

En tanto que, las unidades que soportan los usos más agresivos son: la unidad urbana sobre planicie disectada; la unidad litoral de uso portuario; y la unidad periurbana sobre terraza fluvial de uso turístico (ver tabla V).

De acuerdo con los resultados obtenidos a partir de la valoración de la sensibilidad y la agresividad, las unidades homogéneas fueron clasificadas en cinco grupos que definen su posibilidad de acoger nuevos usos (Ver tabla V). Según estos grupos, solo cuatro unidades podrían tener nuevos usos (tipología en verde) pero hay que considerar que la introducción de nuevas actividades puede producir cambios de clases al modificarse el valor de sensibilidad o aumentar el valor de agresividad.

En las unidades que se encasillan en las zonas de equilibrio de la matriz (tipología en gris), se pueden admitir nuevas actividades, siempre que éstas no conduzcan a modificaciones de la clasificación actual; es decir, que no cambie su

grado de sensibilidad ni de agresividad (tipología en gris).

En las unidades que se clasifican en áreas sensibles y agresivas de la matriz (tipología en amarillo), se estimularán actividades menos intensivas que tiendan a disminuir el valor de los indicadores de sensibilidad y de agresividad, con el objeto de acercarlas a una clasificación más balanceada. Sin embargo, donde la sensibilidad y la agresividad son máximas, no se podrán implantar nuevas actividades y se recomienda el manejo y monitoreo de las ya existentes (tipología en rojo).

En la tabla IV se sintetiza la tipología de las unidades valoradas y se proponen, para cada una de ellas, recomendaciones de uso acordes con su clasificación.

CONCLUSIONES

Las ventajas de incorporar un SIG en estudios de ordenación territorial, diagnóstico espacial integrado, evaluación de riesgos etc, tiene que ver con aspectos relacionados con: a) la disminución del tiempo de trabajo (por el rápido acceso y recuperación de la información); b) la reducción de costos en el procesamiento de datos y la velocidad en la ejecución de procesos de análisis y c) la integración de la información proveniente de fuentes diversas.

BIBLIOGRAFIA:

BRIGNARDELLO, L; A.GUTIERREZ. 1996. "Consideraciones sobre la incorporación de los SIG en las actividades universitarias". Rev.Geogr,Norte Grande,23:103-107.

CASTRO, C; L.BRIGNARDELLO. 1999. "Diagnóstico del estado actual y sensibilidad natural del borde costero entre Concón y Quintay, V Región de Valparaíso". Rev. Geor. De Chile. Terra Australis.

CASTRO, C; L.BRIGNARDELLO. 1997. "Geomorfología aplicada a la ordenación de la franja costera entre Concón y Quintay". En Rev. de Geografía *Norte Grande*. N°24:113-125.

CASTRO, C y L.. BRIGNARDELLO. 1998."Metabolismo y estructuración urbana del Gran Valparaíso: Consideraciones ambientales y alcances territoriales del desarrollo urbano en la zona costera". Rev. Geogr. Terra Australis.

CASTRO, C; J.VILLAGRÁN. 1997. Sistema natural y demanda inmobiliaria: El borde costero de Concón-Quintay. Rev. Geogr. de Chile. Terra Australis, 41:51-63. *Proyecto Fondecyt n°1960270*.

HALLEGOÛET, B. et als. 1996. L' Etat des lieux du littoral de la baie du Mont Saint -Michel à la Gironde, cartes de synthèse. 1997. Groupe de Prospective Maritime el Littoral. En: Atlas permanent de la mer et du littoral. C.N.R.S- Géolittomer-UMR 6554/EDITMAR. N°3, 32-38. Nantes, Francia.

Lista de Tablas y Mapas:

Tabla I: Unidades homogéneas

Tabla II: Matriz de valoración de la sensibilidad del medio natural.

Tabla III: Matriz de valoración de la agresividad de las actividades humanas.

Tabla IV: Valoración de unidades y recomendaciones de uso.

Tabla V: Matriz de Vulnerabilidad.

Mapa 1: Unidades Fisiográficas.

Mapa 2: Uso del Suelo.

Mapa 3: Unidades Homogéneas.

Mapa 4: Unidades Valoradas.

TABLA I: UNIDADES HOMOGÉNEAS	
CATEGORIA	UNIDAD
UNIDADES URBANAS	Sobre dunas
	En terraza fluvio-marina
	En plataforma tabular
	En plataforma disectada
	En relleno artificial
UNIDADES RURALES	En planicie disectada
	En planicie tabular
UNIDADES RURURBANAS	En planicie tabular
	En terraza fluvial
UNIDADES LITORALES	Urbanas
	Rurales
UNIDADES MARINAS	Uso pesquero artesanal
	Uso portuario
	De protección

TABLA II: MATRIZ DE VALORACION DE LA SENSIBILIDAD

INDICADORES DE SENSIBILIDAD											
UNIDADES HOMOGENEAS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
	1			4	4	3	0				11
	2			3	4	0	2				9
	3			0	4	0	1				5
	4			1	4	0	4				9
	5	0		0	4	0	0				4
	6			1	3	1	3				8
	7			0	2	2	2				6
	8			0	2	2	2				6
	9	4	1		2	1	2				10
	10	3	3		4	3	0				13
	11	2	2		4	3	0				11
	12			0				2	3	4	9
	13			0				1	0	1	2
	14			0				3	4	1	10
Total		9	6	9	37	15	16	6	7	8	

TABLA III: MATRIZ DE VALORACION DE LA AGRESIVIDAD

INDICADORES DE AGRESIVIDAD												
UNIDADES HOMOGENEAS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
	1				2	1	4		1	3	0	11
	2				3	2	3		1	0	0	9
	3				2	1	2		1	0	0	6
	4				4	3	3		2	0	3	15
	5	0	0		3	3	4		4	0	0	18
	6				1	0	2	2	0	3	4	12
	7				1	0	1	2	0	2	3	9
	8				0	0	0	2	0	1	2	5
	9	4	3		2	3	1	1	3	1	2	20
	10	3	3		0	1	4	0	1	0	0	12
	11	0	2		0	0	0	0	0	0	0	2
	12		2	3					4			9
	13	1	4	2					1			8
	14			0					2			2
Total		8	18	5	18	14	24	7	20	10	14	

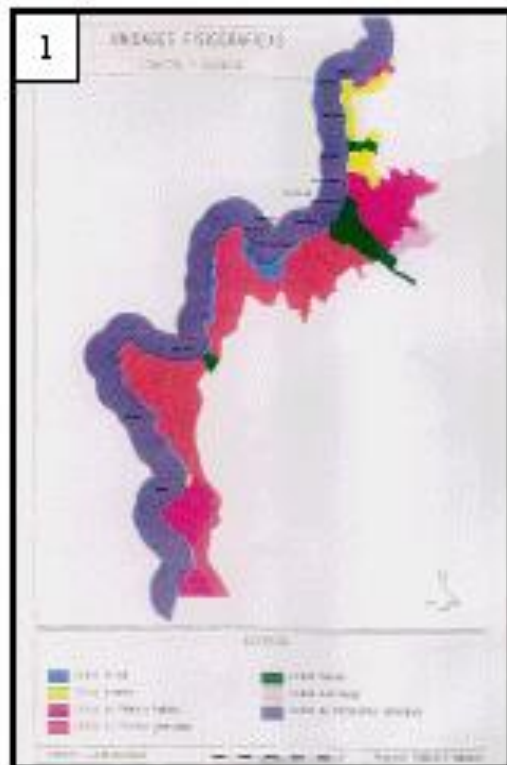
Tabla IV

UNIDADES	VALORACION						RECOMENDACIÓN DE USO
	SENSIBILIDAD		AGRESIVIDAD		TOTAL		
	Valor	Tipología	Valor	Tipología	Valor	Tipología	
1	11	C	11	3	22	3 C	No implantar nuevas actividades
2	9	B	9	2	18	2 B	Uso urbano concentrado
3	5	B	6	1	11	1 B	Uso urbano intensivo
4	9	B	15	3	24	3 B	Control del uso urbano y forestación
5	4	A	18	3	22	3 A	Diversificar los usos del área portuaria (industrias livianas asociadas, oficinas, comercio)
6	8	B	12	3	20	3 B	Forestal y áreas silvestres protegidas de uso turístico
7	6	B	9	2	15	2 B	Uso turístico rural y rural extensivo
8	6	B	5	1	11	1 B	Ganadería extensiva
9	10	B	20	3	30	3 B	Uso turístico
10	13	C	12	3	25	3 C	Mejoramiento y control del uso turístico
11	11	C	2	1	13	1 C	Turismo selectivo y observación del paisaje
12	9	B	9	2	18	2 B	Pesca artesanal y deportiva, acuicultura, turismo deportivo
13	2	A	8	2	10	2 A	Uso portuario y turismo
14	11	C	2	1	12	1 C	Protección de los recursos naturales e investigación

TABLA V. Matriz de Vulnerabilidad.

		AGRESIVIDAD		
		1 (1-6)	2 (7-10)	3 (11-20)
SENSIBILIDAD	a (1-4)		Marina de uso portuario	Litoral de uso portuario
	b (5-10)	- Urbana sobre planicie litoral tabular - Rural sobre planicie tabular de uso silvícola	- Urbana sobre terrazas fluvio-marinas - Rururbana sobre planicie litoral tabular de uso turístico - Marina de uso pesquero artesanal	- Urbana sobre planicie litoral disectada - Rural sobre planicie disectada de uso silvícola - Periurbana sobre terraza fluvial de uso turístico
	c (11-20)	- Litoral rural sin uso directo - Marina de protección de recursos marinos		- Urbana sobre dunas - Litoral urbana de uso turístico

MAPAS :



RESUMEN

Se presenta una propuesta metodológica para un diagnóstico integrado del borde costero de la V Región de Valparaíso, Chile. Esta considera la evaluación del estado actual de la sensibilidad del sistema físico-natural y de la agresividad de las actividades humanas, en unidades espaciales homogéneas. La base de datos creada en SIG permite el análisis relacionado de los factores del medio natural y el uso del suelo; con esto se obtiene un diagnóstico ambiental útil para orientar la toma de decisiones relativas al uso del territorio.

El resultado se presenta en una cartografía de síntesis de las unidades territoriales valoradas de acuerdo a su vulnerabilidad para acoger determinados usos. Se facilita así la reflexión prospectiva respecto de los efectos inducidos por la implantación de una u otra actividad sobre determinado tipo de unidad espacial homogénea.