

Anexo 4

Regionalización ecosistémica con base en indicadores ambientales de tres áreas marinas en el sur de México.

Información de los investigadores principales

- Nombre: Ileana Espejel Carbajal (responsable técnica)
 - Domicilio, incluyendo ciudad:
 - País: México
 - Teléfono: 646 1745925
 - Fax: 646 1744560
 - Correo electrónico: ileana@uabc.mx
 - Página Web :manejo.ens.uabc
-
- Nombre: Alejandro Espinoza Tenorio (*Coordinador*)
 - Domicilio, incluyendo ciudad: Fahrenheitstrasse 6, 28359 Bremen
 - País: Alemania
 - Teléfono: +49 421 23800 42
 - Fax: +49 421 23800 30
 - Correo electrónico: espinoza@uabc.mx
 - Página Web:

Información de la institución responsable

- Nombre de la Institución: Universidad Autónoma de Baja California
- Domicilio: carr. Tijuana Ensenada km 103
- Persona contacto en la Institución. profesora
- Nombre: Ileana Espejel
- Teléfono: 01-646- 17445925
- Fax:01-646-1744560
- Correo electrónico: ileana@uabc.mx
- Página Web: www.manejo.ens.uabc.mx

Resumen

El manejo de los recursos marinos requiere cada vez un mayor conocimiento de la estructura, composición y funcionamiento de los ecosistemas. Sin embargo, la complejidad de los sistemas biológicos y su interconexión con procesos sociales complica el análisis de este nivel ecológico. El estudio de los ecosistemas marinos es especialmente difícil en lugares como América Latina, y el sur de México en particular, donde es común la carencia y la falta de accesibilidad (formatos incompatibles, bases de datos obsoletas, etc.) de información. Debido a que la adecuada toma de decisiones sobre los ecosistemas marinos en México necesita información pronta y de calidad, el sistema de clasificación propuesto en este trabajo sugiere el uso de indicadores ambientales (OECD, 1993) como descriptores del estado compatibles en tres ecosistemas marinos. La sobreposición espacial, en un Sistema de Información Geográfica, de la información de dichos indicadores (capas temáticas) permitirá la identificación de unidades ambientales que posean

características comunes y que, por ende, respondan de forma similar a impactos ambientales o antropogénicos.

Abstract

The marine resources management requires a better knowledge of the structure, composition, and function of the ecosystems. However, the biological systems complexity and their social process interconnection complicate the analysis of this ecological level. The marine ecosystem study is particularly difficult in places like Latin America and South Mexico, where it is common unreliable information (incompatible formats, obsolete dates, etc.). Because the a appropriate decisions taking on the Mexican ecosystems needs qualified information, the classification system proposed suggests the environmental indicators use (OECD, 1993) as commonly describers of three marine ecosystems state. A System Geographic Information will allow to indicators space overlapping (thematic layers) and the environmental units identification; areas that possess common characteristics and that respond similarly to environmental or anthropogenic impacts.

Introducción

El manejo de los recursos marinos requiere cada vez un mayor conocimiento de la estructura, composición y funcionamiento de los ecosistemas (Noss, 1997; Zacharias y Roff, 2000). Sin embargo, la complejidad de los sistemas biológicos y su interconexión con procesos sociales complica el análisis de este nivel ecológico (Christie *et al.*, 2004; Olsson *et al.*, 2004). Es por ello que el sector científico se encuentra actualmente en el proceso de desarrollo de marcos conceptuales y metodológicos para el análisis de ecosistemas, donde esta empleando herramientas de diferente naturaleza y niveles ecológicos (Ortiz y Wolff 2002; Matsuda y Katsukawa 2002; Escofet, 2004).

El estudio de los ecosistemas marinos es aún más difícil en lugares como América Latina en general, y en el sur de México en particular, donde es común la carencia y falta de accesibilidad (formatos incompatibles, bases de datos obsoletas, etc.) de información (Ortiz-Lozano *et al.*, 2005). Por lo que, debido a que una adecuada toma de decisiones sobre los ecosistemas marinos en México necesita información pronta y de calidad, la generación de este tipo de datos es ahora un importante requerimiento al sector científico.

El sistema de clasificación propuesto en este trabajo para analizar tres ecosistemas marinos, y ya probado en otras áreas marinas y costeras por algunos de los investigadores participantes, tiene como base el cruce metodológico entre los indicadores ambientales del marco conceptual Presión-Estado-Respuesta (OECD, 1993) y los descriptores del marco Descriptores de Estándares de Clasificación de Ecosistemas Costeros y Marinos (ECECM). Posteriormente, la regionalización se obtendrá mediante la sobreposición espacial, en un Sistema de Información Geográfica (SIG), de dichos descriptores (*i.e.* tipo de fondo, batimetría, corrientes, etc.) y permitirá la identificación de unidades ambientales con características comunes y que, por ende, respondan de forma similar a impactos ambientales o antropogénicos.

Es importante mencionar que la propuesta aquí descrita (selección de indicadores de estado y regionalización marina) es la primera fase de dos proyectos de investigación:

a) selección de indicadores de PER para evaluar la respuesta ecosistémica (Loop Análisis y Ecopath-Ecosim™) de algunos sistemas marinos característicos de la costa mexicana (Espinoza-Tenorio, 2007).

b) parte de un esquema metodológico para definir la unidad mínima marina y costera para el ordenamiento ecológico marino y costero (Córdova *et al.*, 2006, en prensa y en proceso; Espejel y Bermúdez, *en prensa*). Donde se espera que con la clasificación de estas unidades

ecosistémicas sea posible relacionar las bases bióticas y socioeconómicas para hacer diagnósticos ambientales y plantear soluciones a los problemas identificados en cada unidad de cada región.

Descripción del sistema de clasificación

La propuesta de investigación tiene como objetivos:

- Probar y ajustar nuestra propuesta metodológica de regionalización ecosistémica para los diferentes ambientes marinos mexicanos.
- Realizar el cruce metodológico de nuestros indicadores ecosistémicos con los -
Descriptores de Estándares de Clasificación de Ecosistemas Costeros y Marinos (ECECM).
- Obtener propuestas de regionalización ecosistémica para tres áreas marinas de México.

Concientes de la enorme diversidad biológica y cultural de México, las áreas de trabajo fueron seleccionadas (Cuadro 1) de acuerdo a su representatividad tanto de los principales ecosistemas marinos y al esquema de regionalización de los mares de México (Espejel y Bermúdez, en prensa), como considerando las dinámicas sociales particulares.

Cuadro 1. Las tres áreas de estudio propuestas para este estudio, región a la que pertenecen y principales atributos que las caracterizan.

<i>Región</i>	<i>Ecosistema</i>	<i>Características ecológicas</i>	<i>Características socioeconómicas</i>
Pacífico	Bahía Banderas, Jalisco y Nayarit	Cuerpos costeros de fondo arenoso y rocoso, en un clima semi-tropical y precipitaciones en verano.	Pesquería artesanal y turismo
Pacífico	Sistema lagunar Huave, Istmo de Tehuantepec, Oaxca	Cuerpo marino de fondo arenoso en un clima semitropical y con influencia de importantes sistemas lagunares y bosques de manglar. Precipitaciones en Verano.	Pesquería artesanal e industrial, industria petroquímica
Atlántico	Laguna de Términos, Campeche	Zona costera extensa de fondo arenoso y rocoso en un clima semitropical con fuertes precipitaciones en verano.	Pesquería artesanal, turismo e industria petroquímica

Para alcanzar estos objetivos se utilizará como base la información y experiencia del grupo de trabajo e investigadores en proyectos de investigación similares sobre regionalización y priorización de ecosistemas marinos (Espejel y Bermúdez, *en prensa*; Espinoza-Tenorio *et al.*, *manuscrito*) y costeras (Espejel, 2002; Espejel y Espinoza-Tenorio, 2006), indicadores ambientales y pesqueros (Escofet y Espejel, 2004; Espinoza-Tenorio, 2004), percepción remota (Palacios-Chávez y Espinoza-Tenorio, 2005; Koleff) y SIG en el manejo de recursos costeros (Espinoza-Tenorio, 2001; Serrano, 2002). Además, se ha invitado al proyecto a investigadores que aportaran su experiencia en los ecosistemas locales o están involucrados en procesos de regionalización marina en México (Cuadro 2).

Cuadro 2. Lista de investigadores invitados a participar en el proyecto.

	Especialidad	Institución
Dra. Evelia Rivera	Políticas de manejo costero en el Golfo de México	EPOMEX, Universidad de Campeche
Dra. Graciela Alcalá	Pesquerías y manejo costero en el Pacífico mexicano	Instituto Politécnico Nacional
M.en C. Saúl Serrano	Maricultura y planeación costera del Istmo de Tehuantepec	Universidad del MAR

La información disponible se muestra en el Cuadro 3. La recopilación de datos nuevos se llevara a cabo principalmente de tres formas:

- a) Digitalización de información oficial y científica que se encuentre actualmente en formato impreso.
- b) Obtención de datos físicos (batimetría, tipo de fondo, etc.) a través de imágenes de satélite
- c) Diseño y aplicación de entrevistas semiestructuradas para obtener información cualitativa.

El empleo de métodos de percepción remota y entrevistas semiestructuradas han demostrado ser importantes y novedosas herramientas para obtener información, sobre todo en aquellos lugares donde los datos son escasos (Espinoza-Tenorio *et al.*, *manuscrito*).

Cuadro 3. Información de las áreas de estudio disponible por el grupo de trabajo.

	Jalisco-Nayarit	Istmo de Tehuantepec	Laguna de Términos
Estado de la información	Físico	Físico	Digital y físico
Año	varios	varios	varios
Temática	- Batimetría - Parámetros físicoquímicos - Tipo de fondo - Distribución de recursos biológicos y pesqueros - Usos de suelo - Aspectos socioeconómicos	- Batimetría - Parámetros físicoquímicos - Tipo de fondo Distribución de recursos biológicos y pesqueros - Zonas pesqueras - Físicoquímicos - Contaminación - Usos de suelo - Aspectos socioeconómicos	- Batimetría - Tipo de fondo - Distribución de recursos biológicos - Parámetros físicoquímicos - Usos de suelo - Aspectos socioeconómicos

La propuesta metodológica tiene como base la digitalización temática de aquella información considerada relevante (descriptores) para el análisis de los ecosistemas marinos. Así, la propuesta de los descriptores de ECECM es perfectamente coherente con la fase de “Estado” del marco conceptual de indicadores ambientales Presión-Estado-Respuesta (OECD, 1993). Dicha fase consistirá en seleccionar aquellos descriptores que, con la información disponible, aporten información relevante sobre la estructura, composición y funcionamiento de los ecosistemas (Fig. 1).

Como ya se menciona, la propuesta aquí descrita es parte de un proyecto más extenso (Espinoza-Tenorio, 2007) que considerará posteriormente la incorporación de indicadores de “Presión” y “Respuesta” para la eco-regionalización de sistemas marinos.

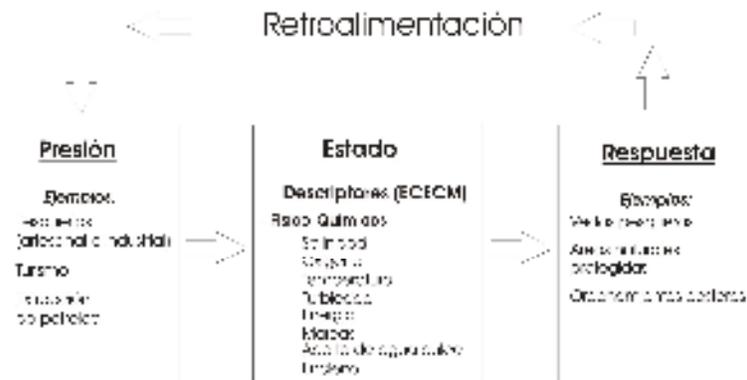


Fig. 1. Los descriptores propuestos por ECECM como parte del marco conceptual PER (OECD, 1993).

Entre los descriptores o indicadores de estado se seleccionaran aquellos que ya hayan demostrado su utilidad para la delimitación de las unidades marinas (Cowardin *et al.*, 1979; Hayden *et al.*, 1984; Escofet y Espejel, 2004; Córdova en imprenta; Espinoza-Tenorio *et al.*, *manuscrito*) o que aporten información de relevancia local. Los datos espaciales de estos descriptores seleccionados se utilizaran para la sobreposición temática del sistema de regionalización. Un SIG, elaborado en ESRI™ ArcMap™ 9.0, será el producto de salida, y en el, cada unidad marina estará descrita mediante una base de datos (*i.e.* una platilla Web). El SIG permitirá también hacer cruces entre bases de datos (*i.e.* Excel™, dBase™) y, además, obtener mapas y tablas compatibles con los formatos de mapserver (*i.e.* Alopmap™, ArcImgs™).

Cuadro 4. Cronograma de actividades.

	Marzo				Abril				Mayo					Junio			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Recopilación de información existente	X	X	X	X	X	X											
Selección de indicadores			X	X	X	X	X	X									
Percepción remota					X	X	X	X									
Digitalización de información							X	X	X	X	X						
Regionalización marina										X	X	X	X	X	X		
Informes técnicos y financieros						X						X				X	X

A continuación de responden las preguntas específicas que existen dentro de la convocatoria.

¿Qué medidas serán tomadas para asegurar la calidad de los datos?

Al tratarse de un grupo primordialmente académico, los datos que se han generados cumplen siempre los máximos y respectivos requerimientos científicos (normalmente nuestros trabajos sirven como fuente de información para publicaciones nacionales e internacionales). Así, los nuevos datos necesariamente tendrán que cumplir con los mismos requerimientos. Además, este proyecto tiene como base un esquema teórico que esta siendo afinado en México por parte del Instituto Nacional de Ecología de la SEMARNAT en tres talleres de expertos nacionales (Córdova *et al.*, 2006, en prensa y en proceso),

La calidad de la información espacial será validada mediante cotejos cartográficos con los archivos oficiales disponibles en el portal del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e

Informática (www.inegi.gob.mx) órgano oficial del Gobierno de México en la materia, además cada capa estará asociada digitalmente a su respectiva metadata.

¿Cómo se llevará a cabo el monitoreo y la evaluación?

Si el monitoreo y la evaluación es hacia el trabajo mismo, cada mes se podrán mostrar las capas del SIG que se hayan elaborado. La dinámica de trabajo será trabajar todos los lugares a la vez, en cuanto a los mapas base. Posteriormente, con las salidas de campo, el apoyo de los técnicos y las consultas a especialistas se añadirán las capas de información al SIG y se irán definiendo las unidades y sus respectivas regionalizaciones. En el cronograma se han indicado las actividades y los productos a entregar mensualmente. La evaluación se puede hacer con un simple entregó el producto o no lo entregó.

Si se refieren a uno de los objetivos, en esta primera fase, todavía no se llevaran a cabo monitoreo físico de los cuerpos marinos. El objetivo de este trabajo es sentar las bases físicas para hacer más eficientes los esquemas de monitoreo que se planteen posteriormente.

a) Se considera que las mediciones que se puedan realizar con las imágenes y verificar en el campo (en algunos lugares temporada de secas, en otros de lluvias) representan las condiciones de una temporada de los ecosistemas, pero son sumamente útiles para demarcar los límites de los ecosistemas marinos seleccionados.

b) La propuesta metodológica aquí planteada tiene como base el empleo de información existente para el respaldo de mejores decisiones y más pertinentes.

¿Qué indicadores de cumplimiento y de impacto medirán?

Distinguimos diferentes tipos de indicadores de cumplimiento e impacto. Por ejemplo, como indicadores del impacto del trabajo se podrán utilizar la capacitación de estudiantes y publicaciones nacionales e internacionales.

Un indicador de cumplimiento clave es la interpretación de las imágenes. Otro es un viaje a cada sitio para la verificación en campo y el otro indicador se puede medir con la lista de expertos consultados. Los productos serán mapas del SIG generados e impresos con sus regionalizaciones respectivas.

Un tipo de indicadores de cumplimiento que proponemos es la medición del porcentaje de avances con respecto a los objetivos planteados y productos esperados (Cuadro 5). Así, los indicadores para evaluar el cumplimiento del proyecto serán las capas de información del SIG. Si se cumplen todas significará un alto impacto y si no, lo contrario.

Cuadro 5. Ejemplo de indicadores para evaluar el cumplimiento del proyecto.

Indicador	Año 1				Año 2			
	1	2	3	4	1	2	3	4
1. Número de registros integrados en la base de datos								
2. Número de mapas temáticos por área								
3. Número de ambientes integrados por área geográfica								
4. Regionalización por aéreas geográficas								
5. Regionalización integrada a nivel región								
6. Generación de manuscrito para publicación								

El presupuesto se diseño de acuerdo a las necesidades de las fases de: recopilación, digitalización y estandarización de información, selección de descriptores y ecoregionalización. Debido a que ya se cuenta con una gran parte de la información existente (Cuadro 3) la mayor parte del dinero IABIN se planea utilizar en el proceso de digitalización (técnicos) y en viáticos para talleres (intercambio de información y análisis de descriptores) entre los investigadores locales, el coordinador y el técnico regional.

Cuadro 6. Presupuesto del proyecto en dólares americanos.

Rubro	IABIN	“fondos de contrapartida (origen)”	Total
Mercancía			
Papelería (fotocopias, impresiones, etc.)	500		500
1 experto en indicadores ambientales y SIG (Coordinador de tiempo completo)		1,300 x 4 meses = 5,200 (Beca DAAD*)	5,200
Servicios técnicos no provenientes de consultarías			
Contratación de técnico(s)	1,400		1,400
Viáticos (estancias de una semana por sitio durante las primeras fases de técnicos y coordinador)	1,300		1,300
Capacitación			
Gasolina y peajes para traslados locales	200 x 3 meses = 600		600
Gastos de operación			
Vuelos nacionales a sitios (Coordinador)	1,200		1,200
Un vuelo redondo internacional del		1,200 (Beca DAAD)	1,200
Total	5,000	6,400	11,400

* Deutscher Akademischer Austausch Dienst (German Academic Exchange Service).

Literatura citada

- Christie, P., B.J. McCay, M.L. Miller, C. Lowe, A.T. White, R. Stoffle, D.L. Fluharty, L.T. McManus, R. Chuenpagdee, C. Pomeroy, D.O. Suman, B.G. Blount, D. Huppert, E.R.L. Villahermosa, E. Oracion, K. Lowry y R.B. Pollnac. 2004. Toward developing a complete understanding: A social science research agenda for marine protected areas. Human dimensions essay. *Fisheries* **28(12)**:22-26.
- Córdova, A., F. Rosete, G. Enríquez y B. Hernández [Coords.]. 2006. Ordenamiento Ecológico Marino: visión temática de la regionalización. INE. SEMARNAT. 225pp.
- Cowardin, L. M., V. Carter, F. C. Golet y E. T. LaRoe. 1979. Clasificación de humedales y hábitats de aguas profundas en los Estados Unidos. Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos. FWS/OBS-79/31 GPO 024-010-00524-6 Washington DC 103 pp. Davies, C. y D. Moss 1999. EUNIS. Sistema de Información de las Universidades Europeas. http://www.fws.gov/nwi/Pubs/Reports/Class_Manual/class_titlepg.htm
- Escofett, A. 2004. Marco operativo de macro y mesoescala para estudios de planeación de zona costera en el Pacífico Mexicano. In: ARRIAGA RIVERA E., VILLALOBOS, G., AZUZ ADEATH, I. and ROSADO MAY F. (Eds.). *El Manejo Costero en México*. Epomex, CetyS, UQroo and SEMARNAT. México. Pp. 223-233.
- Escofet, A. y I. Espejel. 2004. Geographic indicators of coastal orientation and large marine ecosystems: alternative basis for management-oriented cross-national comparisons. *Coastal Management*. 32:117-128.
- Espejel, I. 2002. Ordenamiento de la Región de la Escalera Náutica (aspectos biofísicos e integración). Universidad Autónoma de Baja California.
- Espejel I. y A. Espinoza, 2006. Modelo de clasificación integral de playas: indicadores ambientales (biofísicos y socioeconómicos) como bases para un marco regulatorio y de aprovechamiento sustentable de las playas del Golfo De California Y Pacífico Norte (Ensenada, Guaymas, La Paz, Loreto, Los Cabos, Mazatlán y Pto. San Carlos). Reporte técnico final FON-CNA-2004-01-009. Proyecto sectorial CONACYT-CNA.
- Espejel, C.I. and R.Z. Bermúdez. *En prensa*. Propuesta metodológica para la regionalización de los mares mexicanos. En Córdova, A., F. Rosete, G. Enríquez y B. Hernández [Coords.]. 2007.
- Espinoza-Tenorio, A. 2001. Prospección metodológica para el ordenamiento ecológico-territorial de las zonas costeras. Una aplicación con énfasis en la acuicultura comunitaria: Santiago Astata, Tehuantepec, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Universidad del Mar, México.
- Espinoza-Tenorio, A. 2004. Modelo cualitativo de indicadores ambientales para el análisis de escenarios pesqueros: Caso de estudio el norte del Golfo de California. Master Thesis. UABC, México.
- Espinoza-Tenorio, A. 2007. A planning tool proposal for ecosystem-based fisheries management: five study case in Mexican marine regions. Anteproyecto de Doctorado. Center for Tropical Marine Ecology, Universidad de Bremen, Alemania.
- Espinoza-Tenorio, A., I.C. Espejel and G. Montano-Moctezuma. Ecosystem-based analysis in a marine protected area where fisheries and protected species coexist. Manuscript submitted to *Conservation Biology*.
- Hayden, B.P., G.C. Ray y R. Dolan. 1984. Classification of coastal and marine environments. *Environmental conservation* **11(3)**: 199-207
- Matzuda, H. y T. Katzukawa. 2002. Fisheries management bases on ecosystem dynamics and feedback control. *Fisheries oceanography* **11(6)**: 366-370.
- Noss, R.F. 1997. Hierarchical indicator for monitoring changes in biodiversity. En: K.G. Mcffé & C.R. Carroll (ed) *Principles of Conservation Biology* (Sinaver Associates Inc).
- OECD. 1993. Core set of indicators for environmental performance reviews. A synthesis report by the Group on the State of the Environment (Paris, Organization for Economic Co-operation and Development).
- Olsson, P., C. Folke y T. Hahn. 2004. Social-Ecological transformation for ecosystem management: the development of adaptative co0management of a wetland landscape in southern Sweden. *Ecology and Society* 9(4): 2 [online] URL: <http://ecologyandsociety.org/vol9/iss4/art2>
- Ortiz, M. y M. Wolff. 2002. Application of loop analysis to benthic systems in northern Chile for the elaboration of sustainable management strategies. *Marine Ecology Progress Series* **242**: 15-27.
- Ortiz-Lozano, L. Granados-Barba, A. Solís-Weiss, V. y M.A. García-Salgado. 2005. Environmental evaluation and development problems of the Mexican Coastal Zone. *Ocean and Coastal Management* **48**: 161-176.
- Palacios-Chávez V. y A. Espinoza-Tenorio. 2005. Evaluación del cambio de uso de suelo en la franja costera La Ventanilla-Laguna del Palmar, Oaxaca México. Tesis de Licenciatura. Universidad del Mar, México.
- Serrano, S. 2002. Propuesta de ordenamiento Costero del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Universidad del Mar.
- Zacharias, A.M. y J.C. Roff. 2000. A hierarchical ecological approach to conserving marine biodiversity. *Conservation Biology* **14 (5)**: 1327-1334.