

Informe final* del Proyecto DM015

Caracterización del ANP Parque Nacional Arrecifes de Xcalak y formulación de un programa de monitoreo

Responsable: Dr. Héctor Hernández Arana
Institución: El Colegio de la Frontera Sur
Unidad Chetumal
División de Biodiversidad
Departamento de Ecología y Sistemática Acuáticas
Dirección: Zona Industrial # 2 Carretera Chetumal-Bacalar Km 2, Chetumal, Qroo,
77000 , México
Correo electrónico: hectorh@ecosur-qroo.mx
Teléfono/Fax: 01 983 8329755
Fecha de inicio: Diciembre 15, 2006
Fecha de término: Noviembre 19, 2010
Principales resultados: Cartografía, Informe final y fotografías.
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Hernández Arana, H. 2010. Caracterización del ANP Parque Nacional Arrecifes de Xcalak y formulación de un programa de monitoreo. El Colegio de la Frontera Sur. Unidad Chetumal. **Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. DM015.** México D. F.

Resumen:

El sur de Quintana Roo cuenta con un Plan de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET), el cual contempla el desarrollo turístico masivo de la zona costera -la llamada "Costa Maya"- que comenzó a sufrir cambios dramáticos en la última década. A pesar de la insistencia en anteponer el prefijo eco- a la clase de turismo prevista en el POET (Rosado-May et al., 1998), era previsible que las comunidades biológicas de la región se vieran afectadas por el desarrollismo a ultranza. El aumento en la intensidad de uso del agua dulce, la alteración de su flujo, la contaminación por materia orgánica y detergentes, el despojo de la vegetación original para dejar playas limpias y muertas, el golpeteo de anclas y aletas de buzo sobre el coral, y otros factores de deterioro no podrían sino aumentar con el incremento de la densidad de cuartos de hotel y el arribo de cruceros. Ante tal perspectiva, el poblado de Xcalak, en el extremo sur de la región, se organizó y logró que su sección de arrecife fuese declarada Parque Nacional (DOF, 2000), un área protegida por demás interesante, dada su colindancia con el parque marino de Bacalar Chico, Belice, y la presencia de rasgos fisiográficos únicos, como el cañón denominado localmente La Poza.

El PNAX fue creado en junio del 2000 con el propósito de preservar los recursos naturales de un sistema arrecifal, el cual se encuentra bajo creciente presión turística y explotación pesquera. El parque cuenta con un plan de manejo en el que se reconoce la necesidad de elaborar inventarios de biodiversidad; estimar la producción global del ecosistema; formular e implementar programas de monitoreo para evaluar la condición del arrecife y evaluar el impacto de las actividades pesqueras. Todo lo anterior persigue la meta de elaborar una estrategia que equilibre el uso y conservación del arrecife.

Para alcanzar esto se requieren estudios de caracterización de varios componentes del arrecife a diferentes niveles de organización biológica y escalas espaciotemporales de observación. También es necesario incluir un área con impacto como control negativo (Mahahual), así como un área como control positivo (Xahuayxol), sin uso, pero fuera del ANP, estas tres áreas forman parte del corredor Costa Maya.

En particular, por lo concerniente a los peces arrecifales, la costa sur de Quintana Roo ha devenido un enorme experimento natural del tipo BACI (before/after-control/impact, o "antes/después-control/impacto"), debido a que se cuenta con datos (Schmitter-Soto et al., 1995, 1998, entre otros) sobre composición, abundancia y estructura por tallas de peces, previos a la construcción del muelle de crucero en Mahahual y previos a la declaratoria del área protegida en Xcalak, lo que permitirá evaluar el efecto, ya detrimental, ya benéfico, sobre la comunidad íctica,

como indicador del impacto ambiental en unos sitios y, en otros, de la efectividad de los parques marinos.

Así, el área del Parque Nacional Arrecifes de Xcalak podemos considerarla como la menos perturbada a lo largo de la costa de Quintana Roo, lo cual nos da la oportunidad de hacer investigación que fortalezca el plan de manejo actual.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR UNIDAD CHETUMAL



**COMISIÓN NACIONAL PARA EL USO Y CONOCIMIENTO DE LA
BIODIVERSIDAD**

INFORME FINAL DE ACTIVIDADES

PROYECTO DM015

**CARACTERIZACIÓN DEL AREA NATURAL PROTEGIDA PARQUE NACIONAL
ARRECIFES DE XCALAK Y FORMULACIÓN DE UN PROGRAMA DE
MONITOREO**

RESPONSABLE DEL PROYECTO

Dr. Héctor Abuid Hernández Arana

CORRESPONSABLES

Dr. Julio Espinoza Ávalos. Macroalgas e interacciones alga coral

Dra. Laura Elena Carrillo Bibriezca. Batimetría y Caracterización hidrometeorológica

Geógrafo Holger Weissenberger. Cartografía

COLABORADORES

M. en C. Maria del Carmen García Rivas (CONANP)

Chetumal, Quintana Roo agosto de 2009

Índice general

Resumen	3
Introducción	4
Necesidad de programas de monitores	5
Objetivos	6
Área de Estudio	6
Fuentes naturales y humanas de variabilidad.....	8
Resultados.....	9
Literatura consultada.....	9
Descripción física del sistema arrecifal: batimetría.....	10
Descripción física del sistema arrecifal: hábitats bénticos.....	44
Descripción física del sistema arrecifal: meteorología e hidrografía.....	72
Línea de base del crecimiento de macroalgas de tapete sobre el coral <i>montastraea annularis</i> y un programa de monitoreo de ese crecimiento en el parque nacional arrecifes de xcalak.....	86

Resumen

Comparación de los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto y los comprometidos en el convenio.

ACTIVIDAD	COMPROMISO DM015	RESULTADOS DM015
Caracterización física	Un mapa impreso y digital de batimetría y perfiles de zonación	Un mapa impreso y digital de batimetría. Informe con la descripción de los mapas y los perfiles de zonación
	Un mapa impreso y digital de la caracterización de hábitats bénticos	Un mapa impreso y digital de la caracterización de hábitats bénticos. Informe con la descripción de los mapas y los diferentes hábitats identificados
	Información meteorológica e hidrológica básica	Informe descriptivo de la información meteorológica e hidrológica básica
Caracterización biológica	Línea de base sobre cambios en la interacción de macroalgas de tapete sobre el coral <i>Montastraea annularis</i>	El trabajo ha sido concluido y hace falta integrar el informe respectivo a este informe final
	Formular un programa de monitoreo de la interacción algas-coral <i>Montastraea annularis</i>	Hace falta integrar el informe del programa a este informe final

Introducción

Origen de la reserva

El Área Natural Protegida “Parque Nacional Arrecifes de Xcalak” fue decretado el 27 de noviembre de 2000. Este decreto fue resultado de un proceso de aproximadamente seis años, iniciado por la comunidad de Xcalak, motivado por los descensos en los volúmenes de captura de langosta espinosa y caracol rosado y por el anuncio de los planes de desarrollo del corredor costa maya. La mayor parte de las contribuciones para la creación de esta área natural protegida provinieron de las organizaciones no gubernamentales Amigos de Sian Ka’an, Biocenosis, Fundación Mexicana para la Educación Ambiental en colaboración con el Centro de Recursos Costeros de la Universidad de Rhode Island; financiados por el programa USAID. Estas organizaciones iniciaron, en 1994, estudios de caracterización de los arrecifes comprendidos en el polígono del parque; con el objetivo de establecer un programa de monitoreo a largo plazo para evaluar la condición del arrecife. Estas primeras caracterizaciones describen los principales rasgos distintivos dentro del polígono del parque.

Por ejemplo, el modelo de zonación describe cuatro zonas principales:

- 1) Región de playa, compuesta por un mosaico de playas arenosas, playas y puntas rocosas, ecosistemas de manglar y lagunas costeras asociadas de tamaño variable.

- 2) Laguna arrecifal, comprende desde la línea de costa hasta la cresta arrecifal, compuesta de praderas de vegetación sumergida y conglomerados de parches coralinos cuyo desarrollo es mayor cerca de la cresta arrecifal.

- 3) Cresta arrecifal, comprende el arrecife posterior, la rompiente arrecifal y la transición a barlovento. El arrecife posterior es variable en amplitud, profundidad y complejidad estructural. La rompiente arrecifal es discontinua, con numerosos quebrados, ubicada a distancia variable de la costa; en algunos puntos se une a la línea de costa y en otros esta alejada hasta 2 km aproximadamente (enfrente de Bacalar Chico en el límite sur del parque). Transición a barlovento: De manera general esta formada por laja calcárea y un incipiente sistema de macizos y canales.

- 4) Arrecife frontal; comprende el arrecife frontal interior y exterior compuesto por un sistema de macizos y canales con mayor desarrollo hacia el frontal exterior.

Un rasgo característico de la porción sur del parque, desde el poblado de Xcalak hasta la frontera con Belice, es la presencia de una doble rompiente arrecifal dispuestas paralelas hacia el sur. La rompiente externa se sumerge y separa de la rompiente interna hasta unos 400 m para después unirse 1 km al sur de la frontera con Belice. Esta doble rompiente forma un canal de arena paralelo a la línea de costa. A partir de cada una de las rompientes se puede identificar el patrón de

zonación descrito arriba, que incluye la transición a barlovento y el arrecife frontal interior y exterior.

Antecedentes de caracterización

Otro de los aspectos relevantes considerados en la caracterización realizada por Amigos de Sian Ka'an (ASK) y Biocenosis, en Xcalak desde 1994, fueron las primeras descripciones de la estructura béntica arrecifal. El número total de especies de corales duros registrada fue de 43 corales escleractínios y 2 hidrocorales, las especies más importantes en cobertura fueron *Montastraea annularis*, *Agaricia tenuifolia*, *Agaricia agaricites* y *Acropora palmata* con coberturas mayores a 20% para las dos primeras y entre 5 y 10% para las dos últimas. El registro de corales gorgonáceos (octocorales) fue de 28 especies, las más importantes en términos de abundancia fueron *Briareum asbestinum*, *Muricea muricata*, *Muriceopsis flavida* y *Gorgonia flabellum*. El número de especies de peces registrado fue de 102, las especies más importantes fueron *Thalassoma bifasciatum*, *Chromis cyanea*, *Clepticus parrai*. Aunque estas observaciones preliminares no fueron exhaustivas y estudios posteriores permitieron aumentar el número de especies registradas (ver sección área de estudio)

Necesidad de programas de monitoreo

El programa de manejo del PNAX menciona la necesidad de diseñar y ejecutar un programa de monitoreo que permita hacer una evaluación de la efectividad de las decisiones de manejo en el área, así como de identificar cambios en el entorno natural del parque que permitan conocer cual es la condición general del ecosistema. Se han hecho algunos esfuerzos en noviembre de 1999, marzo de 2000 y marzo de 2001 para establecer un programa de monitoreo que considera sitios para uso turístico y pesca, así como para evaluar los efectos producidos por el huracán Keith en 1999. Sin embargo, estas iniciativas de monitoreo no se consolidaron en un programa adecuado para el contexto del PNAX. El enfoque usado fue puntual y a escalas temporales cortas, he hizo falta generar información básica relacionada con el contexto ambiental físico (hidrometeorología, caracterización de fondos y elaboración de batimetría) que permita la formulación de un programa de monitoreo acorde a las características del PNAX.

Objetivos

Objetivo general

Elaborar un diagnóstico actual sobre la condición del ANP Parque Nacional Arrecifes de Xcalak (PNAX), esta información se usará como línea de base para formular e implementar un programa de monitoreo a mediano y largo plazo, mediante métodos simples y de aplicación rápida, que permitan la evaluación de cambios espaciales y temporales de variables relevantes de la estructura y función del arrecife.

Objetivos particulares

1. Caracterización física del PNAX por medio de:
 - a) Mapa batimétrico y perfiles de zonación
 - b) Mapa de hábitats bénticos
 - c) Información meteorológica e hidrológica básica.
2. Caracterización Biológica y ecológica del PNAX por medio de:
 - a) Línea de base sobre cambios en la interacción de macroalgas de tapete sobre el coral *Montastraea annularis*.
3. Formular un programa de monitoreo de la interacción algas-coral *Montastraea annularis*, por medio de un enfoque comparativo entre el PNAX y dos regiones arrecifales fuera del ANP con diferente grado de uso turístico, Ensenada de Xahuayxol (con planes de desarrollo) y Mahahual (con desarrollo intenso).

Área de estudio

Localización geográfica: 18.5 ° y 18.18° N, 87.76° 87.85 ° W
Superficie 13,495 ha.

La temperatura promedio del agua de mar es 29.3 °C y fluctúa entre 26.7° y 31.72 °C durante el año. Se observan oscilaciones diurnas y cambios abruptos de la temperatura (de hasta 2.8°C) por eventos de tormenta o huracanes. La salinidad en la región es de aproximadamente 35.3-36.0 ups. La marea presenta intervalos de -0.12 a 0.12 m; sin embargo, el nivel del mar presenta variaciones de hasta 0.5 m por efecto del paso de tormentas. La componente principal de la corriente costera es a lo largo de la costa en dirección NE, con inversiones de las corrientes principalmente durante la temporada de nortes. La velocidad media de la corriente es de 0.02 m/s con máximos de 0.5 m/s en la componente a lo largo de la costa y 0.2 m/s en su componente perpendicular.

Fisiografía

Playas arenosas con puntas rocosas, bordeadas por humedales y lagunas costeras entre las que destacan la Bahía de Chetumal y el sistema de lagunas de Río Huach. La laguna arrecifal es extensa, de hasta 1.75 km de ancho y profundidad máxima de 5 m, con conglomerados de parches arrecifales, praderas de vegetación sumergida y extensos arenales. La cresta arrecifal está bien desarrollada, expuesta a lo largo de una barrera discontinua de aproximadamente 40 km, y se compone de tres subzonas; el arrecife posterior, la rompiente y la transición a barlovento o arrecife anterior. El arrecife anterior esta compuesto por macizos y canales perpendiculares a la cresta. Aproximadamente 25% de la barrera está conformado por una formación atípica que corre paralela a la costa denominada “La Poza”. Esta formación es un canal de arena de 27 m de profundidad bordeado por la cresta y una cordillera arrecifal a los 15 m de profundidad, que se convierte en el arrecife anterior.

Topografía

Los estudios de caracterización de los arrecifes del sur de Quintana Roo, por parte de la ONG Amigos de Sian Ka'an, definen cuatro regiones para el Parque Nacional Arrecifes de Xcalak. Los criterios para esta regionalización se basan en las variaciones en el grado de desarrollo que presentan las zonas arrecifales, considerando principalmente, a) el desarrollo del arrecife frontal, b) las características de la cresta arrecifal y c) el relieve topográfico. Con esta base dividen al parque en cuatro regiones de norte a sur.

Región XXII. Localización del límite norte 18° 31' 00'' Localidades que comprende, Ensenada Xahuayxol, Playa escondida, Tanquilla. Características: Playas arenosas con algunas playas rocosas. Rompiente arrecifal bien formada con “quebrados dispersos”, intercepta a la costa en Pta. Xahuayxol, máxima separación de la costa hasta 600 m. Arrecife posterior amplio de 1.5 a hasta 5m de profundidad. Transición a barlovento laja calcárea con canales incipientes. Arrecife frontal macizos que muestran un gradiente de menor a mayor desarrollo norte-sur, el frontal interior y exterior están separados por arenales transversales.

Región XXIII. Localización del límite norte 18° 26' 16'' Localidades que comprende, Río Huach, Punta Petempich, Punta Xcayal, Punta Jomná. Características: Playas arenosas con numerosas puntas rocosas. Laguna arrecifal de amplitud variable y cercana a la costa en las puntas rocosas. Rompiente arrecifal bien desarrollada y separada de 200 a 400 m de la costa. Arrecife posterior con profundidad media de 3 m, con numerosos bajos coralinos. Transición a barlovento con macizos y canales incipientes. Arrecife frontal interior y exterior sin separación física evidente.

Región XXIV. Localización del límite norte 18° 22' 15'' Localidades que comprende, Punta Gavilan y Costa de Cocos. Características: Playa arenosa,

laguna arrecifal amplia y somera con abundantes pastos marinos. Cresta arrecifal bien formada con rompiente separada hasta 700 m de la línea de costa, presenta quebrados escasos. Arrecife posterior con abundantes bajos coralinos. Transición a barlovento con macizos y canales incipientes sobre la laja calcárea. Arrecife frontal inicia a los 12 m con macizos y canales bien formados de mayor desarrollo en el frontal exterior que el interior. Presenta arenales en el frontal que no necesariamente separan el exterior del interior, como sucede en las regiones del norte.

Región XXV. Localización del límite norte 18° 16' 20'' sitios que comprende Xcalak, Santa Cecilia Boca Bacalar Chico. Características: Playas arenosas con amplios segmentos cubiertos por manglar, laguna arrecifal amplia con abundantes pastos marinos. Arrecife posterior con abundantes bajos y cabezos coralinos, rompiente arrecifal a 1 km de la línea de costa con quebrados escasos y estrechos excepto al de navegación principal. La transición a barlovento presenta crecimientos masivos de *Acropora palmata*. En esta región existe una doble rompiente separada por un canal de arena de hasta 30 m de profundidad, cuyo desarrollo arrecifal es variable y mantiene la zonación con una doble transición a barlovento, frontal interior y exterior.

Fuentes naturales y humanas de variabilidad

En general estos arrecifes se consideran en un buen estado de conservación; cuentan con un programa de manejo operativo con programas de vigilancia, monitoreo, educación ambiental entre otros. La principal presión humana es la extracción de langosta espinosa y caracol rosado y en menor medida las actividades turísticas de pesca deportiva, snorkel y buceo; las cuales han ido incrementando en los últimos años. La reciente apertura de un canal de navegación (el canal de Zaragoza) que comunica a la bahía de Chetumal con la parte sur del Parque ha incrementado el intercambio de agua y materiales; sin embargo no se ha evaluado su impacto sobre el arrecife aun cuando su construcción afectó directamente arrecifes parche y la barrera arrecifal por el uso de explosivos. Las comunidades de coral se han visto afectadas por la sobrepoblación de macroalgas, esto vinculado a la drástica reducción de las poblaciones de herbívoros benthicos, como el erizo *Diadema antillarum*. Aunado a esto el impacto directo de los huracanes Keith, Mitch, Katrina y Dean ha influido en la reducción de la cobertura coralina, así como eventos aislados de blanqueamiento, aunque no se tiene un dato preciso del porcentaje de reducción.

Como parte del corredor turístico "Costa Maya" el potencial de desarrollo de esta zona es alto, por lo que se espera en un futuro cercano el establecimiento de mega desarrollos en áreas colindantes al parque lo que incrementaría la presión sobre los recursos hídricos y la intensidad de uso directo e indirecto sobre el arrecife. Los principales riesgos serán a través de la tala y relleno de manglares y humedales, alteración del flujo hídrico, incremento en el número de visitantes, volúmenes de pesca, tráfico de embarcación y problemas de eutrofización y contaminación derivados de la infraestructura urbana y turística asociada.

Considerando la condición actual de los arrecifes y la presión natural que reciben del impacto de huracanes, eventos de blanqueamiento y cambios en la dominancia de corales a algas; el potencial incremento de la presión humana es un riesgo que requiere de una adecuada planeación de desarrollo para minimizarse.

Resultados

Los resultados se presentan en extenso en secciones independientes, y elaborados por cada responsable del modulo correspondiente.

Literatura consultada

Arriaga Cabrera L., Vázquez Domínguez E, González-Cano J., Jiménez Rosenberg R., Muñoz Lopez E, Aguilar Sierra V. (coords.).1998. Regiones Prioritarias Marinas de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Mexico.

Diario Oficial de la Federación 2000. Decreto de establecimiento del Área Natural Protegida Parque Nacional Arrecifes de Xcalak. 27 de noviembre de 2000.

Hernández Arana H.A. 2007. Baseline for monitoring changes in corals community structure and nutrients in water at Xcalak, National Marine Park, (Mexican Caribbean). The Rufford Small Grant ref. Final report. p. 16. <http://www.ruffordsmallgrants.org/rsg/updates/1137>

Ruiz-Zarate M.A., Hernandez-Landa R.C., Gonzalez Salas c., Nuñez Lara E., Arias-Gonzalez J.E. 2003 Condition Of Coral Reef Ecosystems In Central-Southern Quintana Roo, Mexico (Part 1: Stony Corals And Algae). in J.C. Lang (ed.), Status of Coral Reefs in the western Atlantic: Results of initial Surveys, Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA) Program. Atoll Research Bulletin 496:318-337

Schmitter-Soto, J.J., Cruz-Hernández, A., Herrera Pavón, R. y Hernández, A. 2007. Los peces de la costa sur de Quintana Roo: una década de cambios. Mesoamerican Barrier Reef Fund/Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza/ECOSUR. Informe técnico final. 33 pp.

Steneck R. S. y Lang J.C. 2003. Rapid Assessment Of México's Yucatán Reef In 1997 And 1999: Pre- And Post-1998 Mass Bleaching And Hurricane Mitch (Stony Corals, Algae And Fishes). in J.C. Lang (ed.), Status of Coral Reefs in the western Atlantic: Results of initial Surveys, Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA) Program. Atoll Research Bulletin 496:294-317.

EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR UNIDAD CHETUMAL



COMISIÓN NACIONAL PARA EL USO Y CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD

DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL SISTEMA ARRECIFAL: BATIMETRÍA

Dra. Laura E. Carrillo Bibriezca (Responsable)

**Dr. Héctor A. Hernández Arana, L.C.C. Mario Yescas, Geog. Holger
Weissenberger (Colaboradores)**

Chetumal, Quintana Roo agosto de 2009

Índice

Lista de Tablas	.....	12
Lista de Figuras	.....	12
Introducción	.....	15
Materiales y Métodos	.....	15
Muestreo de campo	.....	16
Procesamiento	.....	19
Elaboración de mapas	.....	19
Resultados	.....	20
Mapas Batimétricos	.....	20
Perfiles de profundidad	.....	28
Conclusiones	.....	42
Agradecimientos	.....	43
Literatura citada	.....	43

Lista de Tablas

Tabla 1. Especificaciones de la ECOSONDA.

Tabla 2. Coordenadas geográficas de los límites norte y sur de 5 mapas batimétricos.

Tabla 3. Coordenadas geográficas de los perfiles seleccionados.

Lista de Figuras

Figura 1. Ecosonda y embarcación con motor fuera de borda utilizados durante los recorridos para la obtención de datos de profundidad georeferenciados. (Foto L. Carrillo, fotos recuadros H. Hernández).

Figura 2. Muestra del recorrido realizado durante la batimetría.

Figura 3. Área cubierta por los recorridos para la obtención de la batimetría.

Figura 4. Mapa batimétrico del segmento 1. Escala 1: 20,000 y DATUM WSG87. La barrera arrecifal se muestra en color rosa; la barra de colores en tonos azules muestra las profundidades, zonas someras (azul pálido) a zonas profundas (azul marino).

Figura 5. Mapa batimétrico del segmento 2. Escala 1: 20,000 y DATUM WSG87. La barrera arrecifal se muestra en color rosa; la barra de colores en tonos azules muestra las profundidades, zonas someras (azul pálido) a zonas profundas (azul marino).

Figura 6. Mapa batimétrico del segmento 3. Escala 1: 20,000 y DATUM WSG87. La barrera arrecifal se muestra en color rosa; la barra de colores denotan las profundidades, desde zonas someras (azul pálido) a zonas profundas (azul marino).

Figura 7. Mapa batimétrico del segmento 4. Escala 1: 20,000 y DATUM WSG87. La barrera arrecifal se muestra en color rosa; la barra de colores en tonos azules muestra las profundidades, zonas someras (azul pálido) a zonas profundas (azul marino).

Figura 8. Mapa batimétrico del segmento 5. Escala 1: 20,000 y DATUM WSG87. La barrera arrecifal se muestra en color rosa; la barra de colores en tonos azules muestra las profundidades, zonas someras (azul pálido) a zonas profundas (azul marino).

Figura 9. Localización de los transectos seleccionados para mostrar los perfiles de profundidad. Las coordenadas geográficas se muestran en la tabla 2.

Figura 10.- Perfil de profundidad P1. La localización geográfica se muestra en el mapa de la figura 9. Nótese que es el mismo transecto pero a diferentes escalas para destacar características batimétricas en la laguna arrecifal y en la plataforma continental. Descripción en el texto.

Figura 11.- Perfil de profundidad P2. La localización geográfica se muestra en el mapa de la figura 9. Nótese que es el mismo transecto pero a diferentes escalas para destacar características batimétricas en la laguna arrecifal y en la plataforma continental. Descripción en el texto.

Figura 12.- Perfil de profundidad P3. La localización geográfica se muestra en el mapa de la figura 9. Nótese que es el mismo transecto pero a diferentes escalas para destacar características batimétricas en la laguna arrecifal y en la plataforma continental. Descripción en el texto.

Figura 13.- Perfil de profundidad P4. La localización geográfica se muestra en el mapa de la figura 9. Nótese que es el mismo transecto pero a diferentes escalas para destacar características batimétricas en la laguna arrecifal y en la plataforma continental. Descripción en el texto.

Figura 14.- Perfil de profundidad P5. La localización geográfica se muestra en el mapa de la figura 9. Nótese que es el mismo transecto pero a diferentes escalas para destacar características batimétricas en la laguna arrecifal y en la plataforma continental. Descripción en el texto.

Figura 15.- Perfil de profundidad P6. La localización geográfica se muestra en el mapa de la figura 9. Nótese que es el mismo transecto pero a diferentes escalas para destacar características batimétricas en la laguna arrecifal y en la plataforma continental. Descripción en el texto.

Figura 16.- Perfil de profundidad P7. La localización geográfica se muestra en el mapa de la figura 9. Nótese que es el mismo transecto pero a diferentes escalas para destacar características batimétricas en la laguna arrecifal y en la plataforma continental. Descripción en el texto.

Figura 17.- Perfil de profundidad P8. La localización geográfica se muestra en el mapa de la figura 9. Nótese que es el mismo transecto pero a diferentes escalas para destacar características batimétricas en la laguna arrecifal y en la plataforma continental. Descripción en el texto.

Figura 18.- Perfil de profundidad P9. La localización geográfica se muestra en el mapa de la figura 9. Nótese que es el mismo transecto pero a diferentes escalas para

destacar características batimétricas en la laguna arrecifal y en la plataforma continental. Descripción en el texto.

Figura 19.- Perfil de profundidad P10. La localización geográfica se muestra en el mapa de la figura 9. Nótese que es el mismo transecto pero a diferentes escalas para destacar características batimétricas en la laguna arrecifal y en la plataforma continental. Descripción en el texto.

Descripción física del sistema arrecifal: Batimetría

Dra. Laura E. Carrillo Bibriezca (Responsable),

Dr. Héctor A. Hernández Arana, L.C.C. Mario Yescas, Geog. Holger Weissenberger
(Colaboradores)

Introducción

En el presente documento se reporta la información batimétrica del Parque Nacional Arrecifes de Xcalak (PNAX) como parte de los objetivos de caracterización física del sistema arrecifal del informe del proyecto “Caracterización del ANP Parque Nacional Arrecifes de Xcalak y formulación de un programa de monitoreo”. Esta información se presenta en mapas batimétricos con escala de 1:20,000 y perfiles de profundidad.

Materiales y Métodos

Se utilizó una embarcación con motor fuera de borda la cual fue adaptada con una ECOSONDA LOWRANCE LCX-112c (Fig 1), cuyas especificaciones técnicas se muestran en la Tabla 1. La ecosonda LOWRANCE LCX-112c viene integrada con un GPS (Global Positioning System por sus siglas en inglés) marca Garmin. La profundidad y la posición fue registrada en la memoria flash de 1 Gb (SD card) de la ecosonda.



Figura 1. Ecosonda y embarcación con motor fuera de borda utilizados durante los recorridos para obtención de datos de profundidad georeferenciados. (Foto L. Carrillo, fotos recuadros H. Hernández).

Tabla 1. Especificaciones de la ECOSONDA

Tamaño Monitor	10.4 in \ 264 mm
Resolución Monitor	600 x 800
Tipo de despliegue	16-bit color VGA SolarMax™ TFT
Superposición Datos Sonda y GPS	SI
Frecuencia de la sonda	50/200 kHz
Tipo de transductor	Simple o dual
Potencia salida sonda	Max 8000W
Alcance profundidad de la sonda	Max 3000 ft/915 m
Tipo Antena GPS	Externa GPS+WAAS
Canales de recepción	12 canales
Entrada NMEA 0183	Si
Salida NMEA	0183/2000
Alimentación	10-17 v DC
Capacidad memoria tarjeta	2 MMC/SD tarjetas de memoria- 2 Gb max por tarjeta

Muestreo de campo

Registros geo-referenciados de la profundidad fueron obtenidos durante campañas de mediciones entre junio y noviembre del 2007. El muestreo consistió en la navegación de una ruta de transectos perpendiculares y diagonales a la costa, como se muestra en la Fig 2. El recorrido se realizó a todo lo ancho y largo del área delimitada por el perímetro del parque, dentro de la laguna arrecifal y sobre la zona de la plataforma continental (Fig. 3). Los puntos sondeados fueron registrados a una velocidad

constante de 4 km/hr y a una frecuencia de registro de 1 hz, obteniendo un dato aproximadamente cada metro. La distancia máxima entre transectos osciló entre 300 y 840 m dependiendo de los obstáculos como cabezos de coral y rocas. La distancia total recorrida fue de aproximadamente 280 km. En la zona de la laguna arrecifal se utilizó la frecuencia de la sonda de 200 kHz, mientras que fuera de ella se utilizó 50 kHz.

Para realizar la corrección por marea se colocó un sensor de presión marca OnSet para obtener registros del nivel del mar y realizar un análisis de predicción de la marea astronómica.

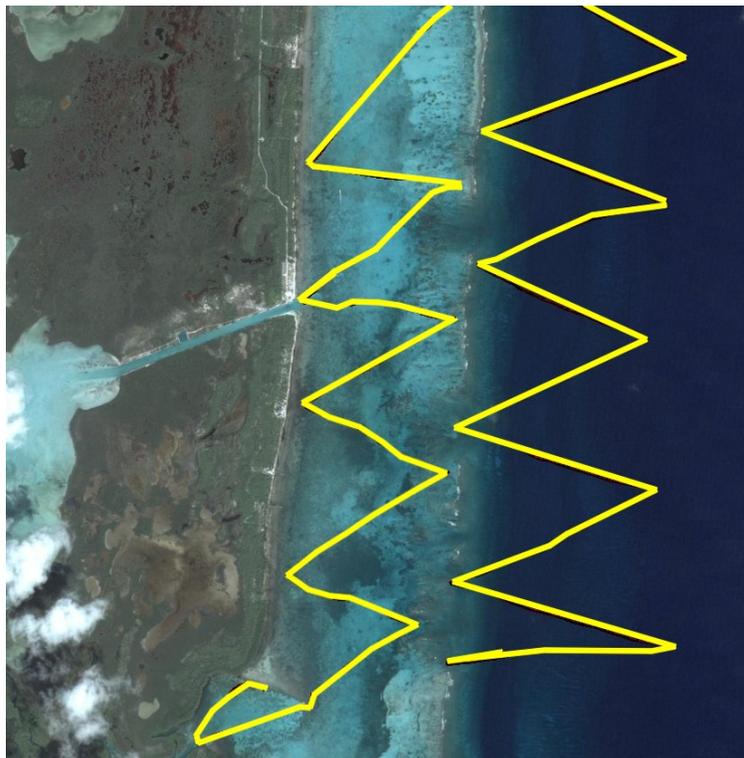


Figura 2. Muestra del recorrido realizado durante la batimetría.

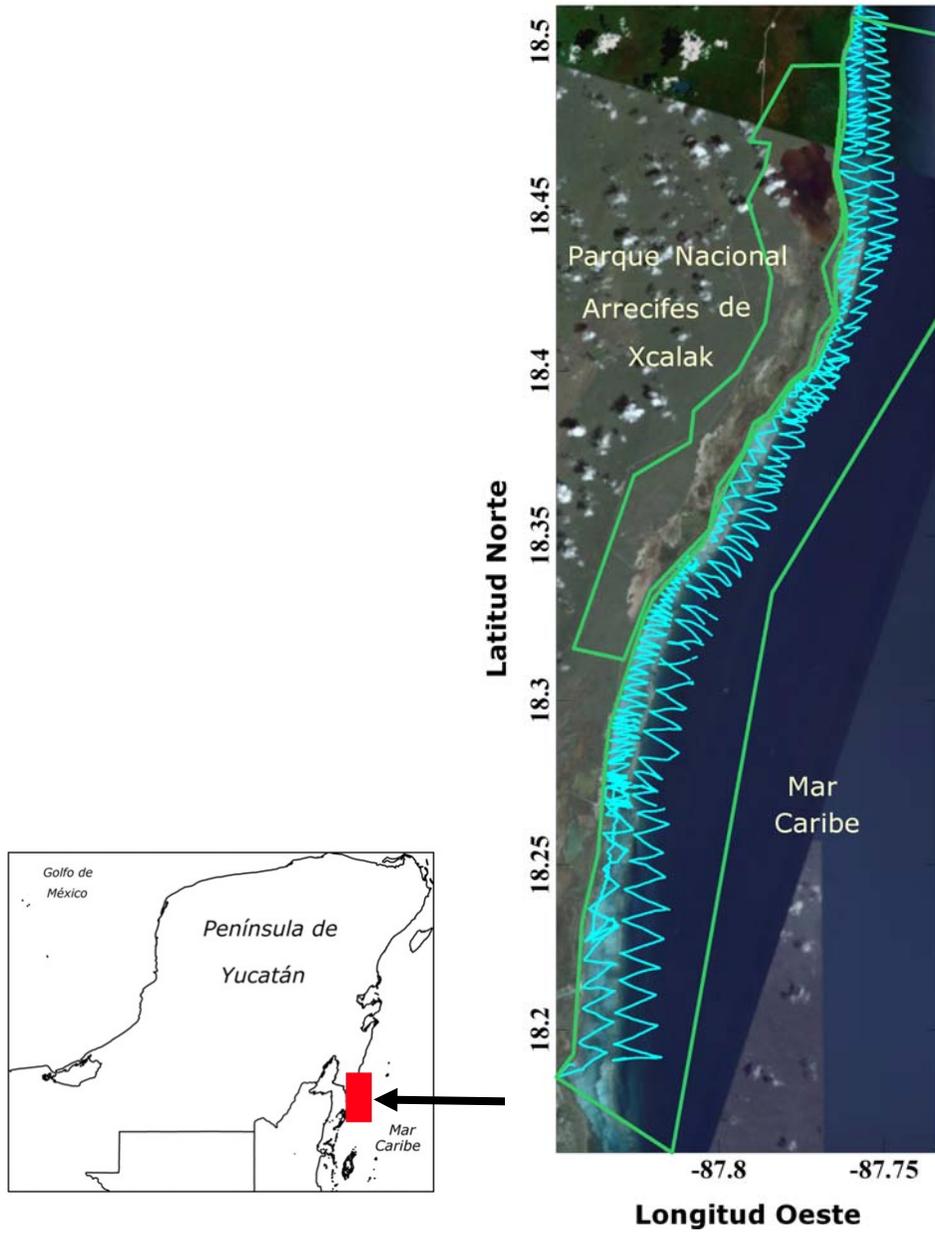


Figura 3. Área cubierta por los recorridos para la obtención de la batimetría.

Procesamiento

El formato de salida de los archivos de la ecosonda (archivos con extensión slg) requiere de ser transformados a formato ASCII (Código Estándar Americano para el Intercambio de información). Se utiliza la aplicación Slg2Txt.exe proporcionada por el fabricante. Posteriormente se realiza un control de calidad utilizando aplicaciones creadas en MatLab. Los datos de profundidad fueron corregidos usando la marea de predicción para Xcalak. La Marea de predicción fue obtenida con la función en MatLab `t_tide.m` (Pawlowicz et al. 2002) utilizando datos del nivel del mar. Los datos de la marea son interpolados al mismo intervalo de muestreo y adicionados a la profundidad registrada por la ecosonda para tener el valor correcto de profundidad.

Elaboración de mapas

Interpolación gráfica: A partir de los datos corregidos (un total de 237,398 puntos) se realizó una interpolación espacial utilizando el software Golden Software SURFER versión 8.0, el método utilizado fue el kriging. Este proceso nos generó una malla regular de 216 celdas en longitud y 653 celdas en latitud con una resolución de malla de aproximadamente 50 m.

Mapas batimétricos: Una vez obtenida una malla regular se construyeron los mapas batimétricos utilizando el software ArcGIS versión 9.1 siguiendo las especificaciones de CONABIO y con escala 1:20,000.

Resultados

Los resultados se presentan en mapas que muestran los contornos batimétricos y en perfiles de profundidad.

Mapas batimétricos

El área total del parque se dividió en 5 segmentos que corresponden a los mapas batimétricos con escala 1:20,000 (Figuras 4-8) y con escala 1:7,222 (Figura 9). Las coordenadas geográficas de los límites sur y norte de los segmentos se muestran en la tabla 2. Se presentan de sur a norte, de tal manera que el segmento 1 es la zona al sur del parque y el segmento 5 la norte. Todas las figuras son referidas al nivel medio del mar. Los mapas tienen coordenadas UTM y DATUM WGS84. La barrera arrecifal se muestra en color rosa, la barra de colores denotan las profundidades, desde zonas someras (azul pálido) a zonas profundas (azul marino). Las especificaciones en los contornos son las siguientes: cada 0.5 m para profundidades de 0-5 m, cada 1 m profundidades de 5-20 m, cada 5 m para profundidades de 20-50 m y cada 50 profundidades de 50 a 200m.

Tabla 2. Coordenadas geográficas de los límites norte y sur de 5 mapas batimétricos.

Segmento	Latitud	
	Limite sur	Limite norte
1	18.2609	18.1876
2	18.3349	18.2611
3	18.4096	18.3351
4	18.4835	18.4097
5	18.5104	18.4837

El segmento 1 corresponde al límite sur del parque se encuentra el canal natural, Bacalar Chico, y el Canal de Zaragoza, que comunica la zona arrecifal con la Bahía de Chetumal. La cresta arrecifal es relativamente paralela a la costa, la distancia de la costa a la cresta arrecifal es de aproximadamente 1.15 km, con mínimos de 0.86 km. La laguna arrecifal tiene una profundidad media de 2 metros y máximos de hasta 3 metros. Presenta una cresta arrecifal emergente y discontinua por canales de comunicación de la laguna arrecifal con la plataforma conocidos como quebrados. También destaca la estructura geológica conocida como la Poza, esta cuenca se observan profundidades de hasta 33 metros. La Poza, que es una cuenca larga con longitud de aproximadamente 9.68 km paralela a la costa y una anchura media de 400 metros. La plataforma continental es angosta de aproximadamente 1.49 kilómetros de ancho a partir de la cresta arrecifal.

El segmento 2 abarca el límite del poblado de Xcalak hacia la zona norte del sitio conocido como Blanquizal. La distancia de la costa a la cresta arrecifal tiene una media de 0.75 km con máximos de 1.07 y mínimos de 0.48 km. La cresta arrecifal es emergente, sin embargo, presenta quebrados o canales amplios entre estas de hasta 400 metros. De éstos destaca el canal de acceso frente al poblado de Xcalak. La plataforma continental es angosta con una media de 1.11 y máximos de 1.28 km a partir de la cresta arrecifal. La laguna arrecifal presenta una profundidad media de 1.5 metros y un máximo de hasta 3 metros.

Segmento 3, en este segmento el ancho de la laguna arrecifal es muy variable, presenta una media de 0.45 km con máximos 0.79 y mínimos de hasta 0.10 km, principalmente en la zona conocida como El Toro, con coordenadas 18.4016° latitud norte, 87.7702° longitud oeste, donde la barrera arrecifal casi se fusiona con la costa. Es también en esta zona donde destaca una serie de parches arrecifales que son descubiertos con las mareas bajas. La barrera arrecifal es discontinua con quebrados o canales con una ancho de hasta 600 metros, en donde las crestas están sumergidas. La profundidad media es de 1 metro con máximos de hasta 2 metros. El ancho de la

plataforma continental presenta una media de 0.97 km con un máximo de 1.17 y mínimos de 0.77 km a partir de la cresta arrecifal.

El cuarto segmento, localizado entre El Toro y Tranquila. La laguna arrecifal tiene un ancho variable con una media de 0.54 km y fluctúa entre 0.19 y 0.94 km con una profundidad media de 2 metros con máximos de hasta 4 metros. En esta zona se destacan una serie de parches arrecifales que son descubiertos con las mareas bajas. La cresta arrecifal presenta una serie de quebrados con una anchura máxima de hasta 1 km. La distancia al límite de la plataforma desde la cresta arrecifal tiene una media de 0.84 metros un máximos de hasta 1 km y mínimos de 0.75 km.

El quinto y último segmento se encuentran en el límite norte del parque, abarcando desde el sur de Xahuachol hasta Playa Escondida. El ancho de la laguna arrecifal es de aproximadamente 0.38 km con máximos de 0.57 y mínimos de 0.14. En una zona más al norte la cresta arrecifal se aproxima hacia la costa. La profundidad media dentro de la laguna es de 2 metros con máximos hasta de 3 metros. La plataforma termina aproximadamente a 0.81 km de la línea de la barrera arrecifal, en un rango entre 0.77 y 0.90 km.

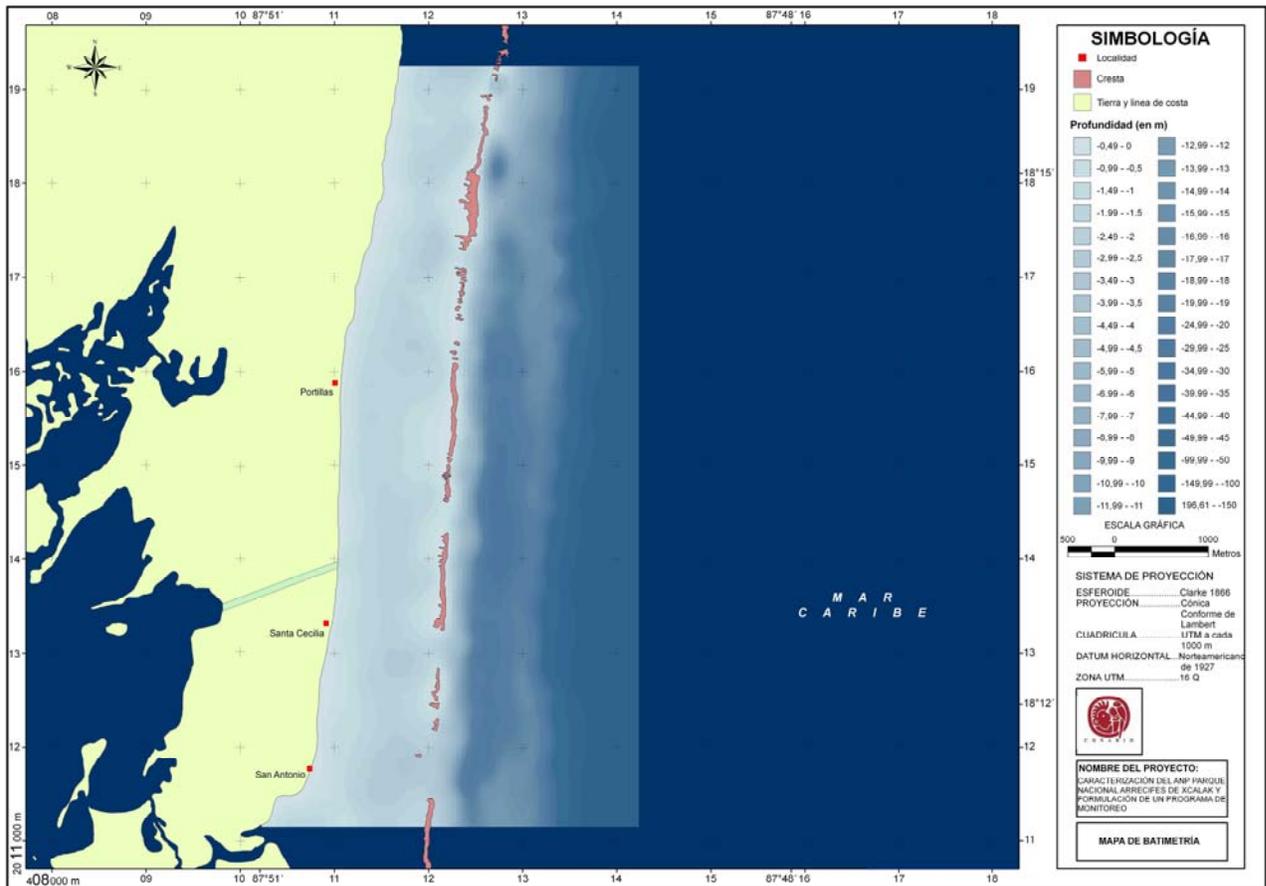


Figura 4. Mapa batimétrico del segmento 1. Escala 1:20,000 y DATUM WSG87. La barrera arrecifal se muestra en color rosa; la barra de colores en tonos azules muestra las profundidades, zonas someras (azul pálido) a zonas profundas (azul marino).

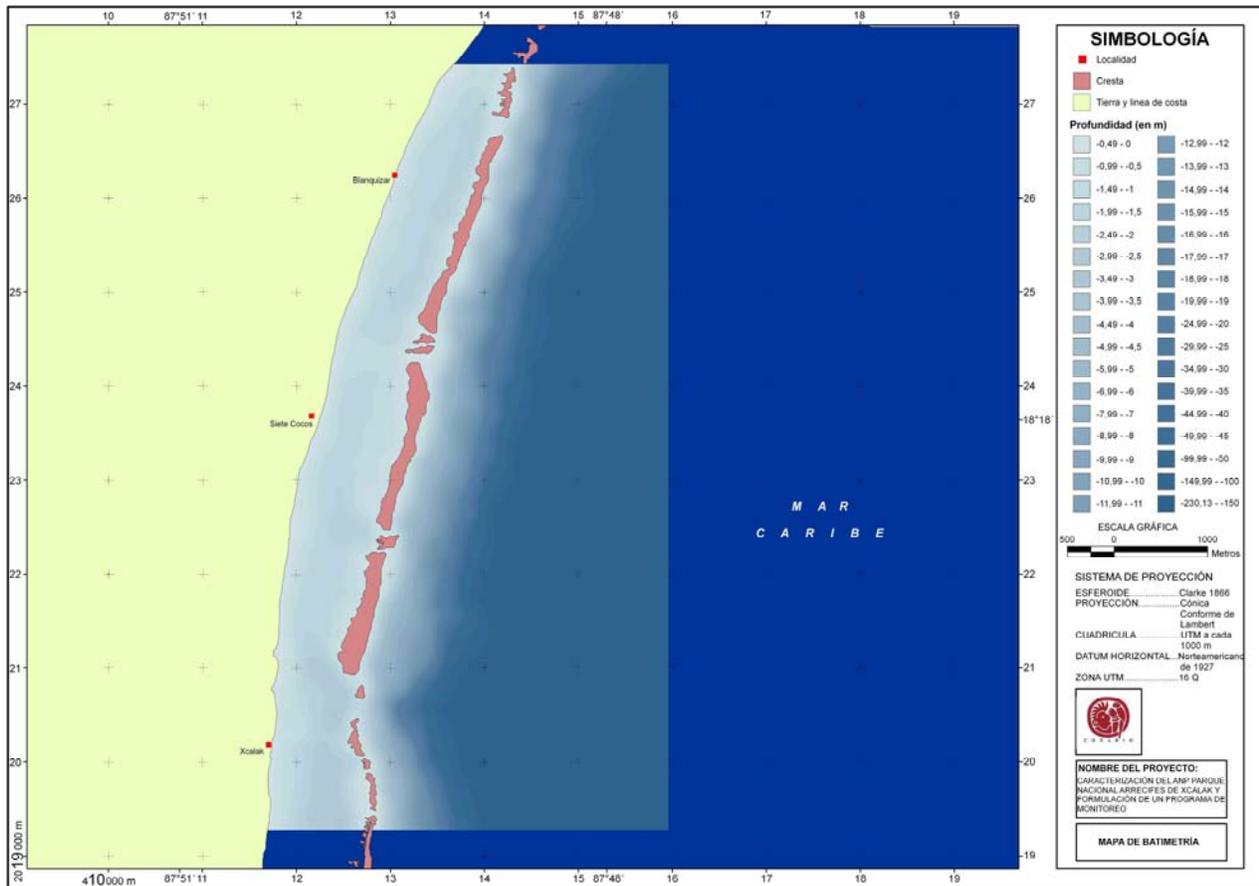


Figura 5. Mapa batimétrico del segmento 2. Escala 1:20,000 y DATUM WSG87. La barrera arrecifal se muestra en color rosa; la barra de colores en tonos azules muestra las profundidades, zonas someras (azul pálido) a zonas profundas (azul marino).

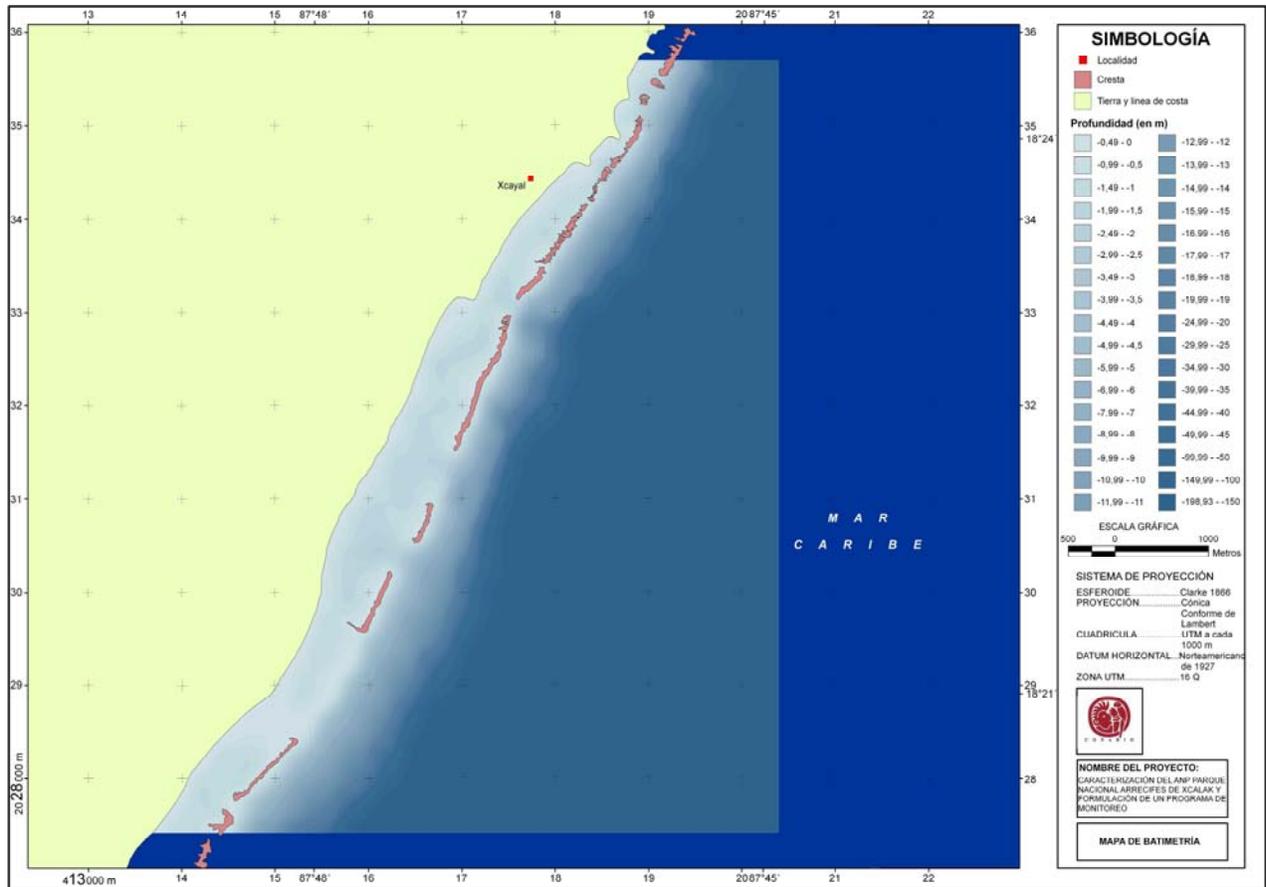


Figura 6. Mapa batimétrico del segmento 3. Escala 1:20,000 y DATUM WSG87. La barrera arrecifal se muestra en color rosa; la barra de colores en tonos azules muestra las profundidades, zonas someras (azul pálido) a zonas profundas (azul marino).

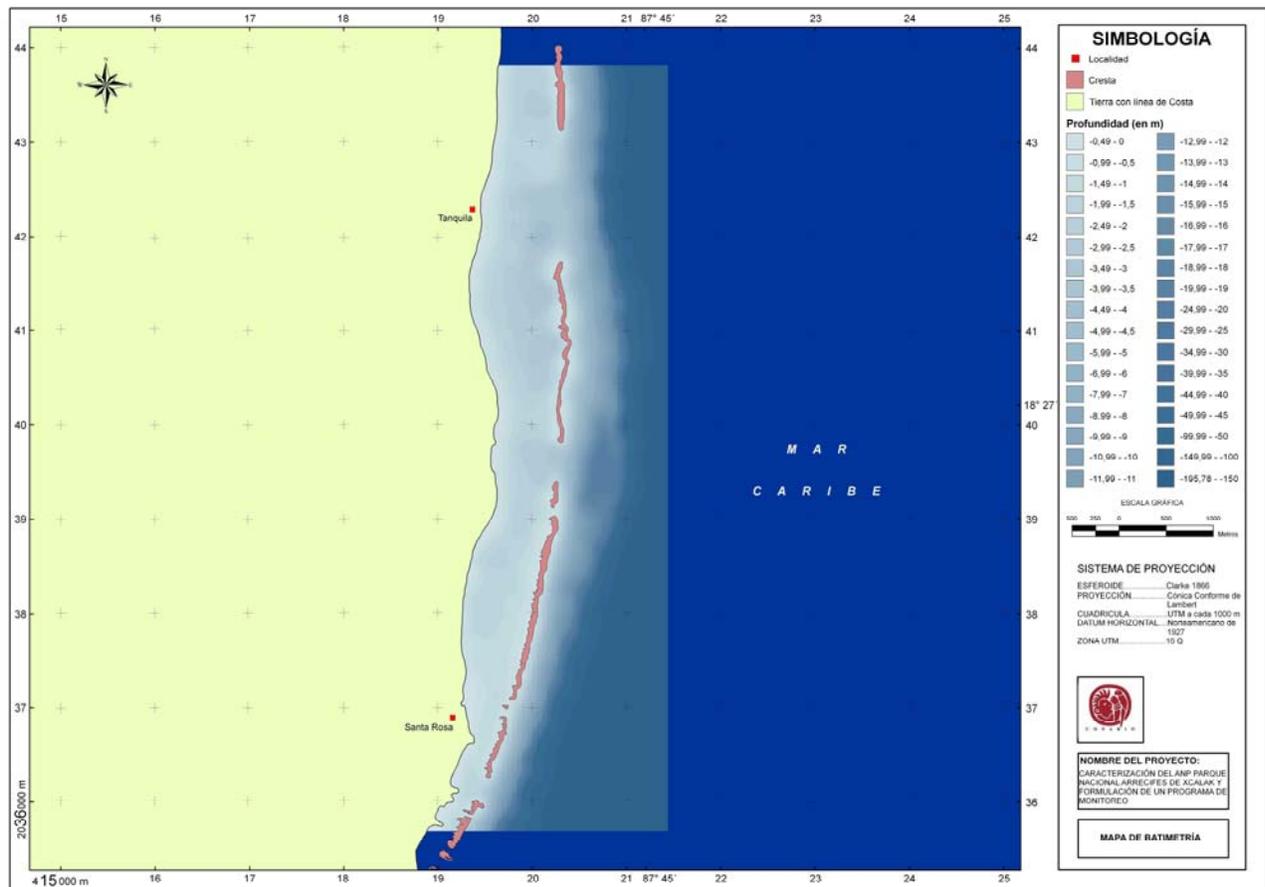


Figura 7. Mapa batimétrico del segmento 4. Escala 1:20,000 y DATUM WSG87. La barrera arrecifal se muestra en color rosa; la barra de colores en tonos azules muestra las profundidades, zonas someras (azul pálido) a zonas profundas (azul marino).

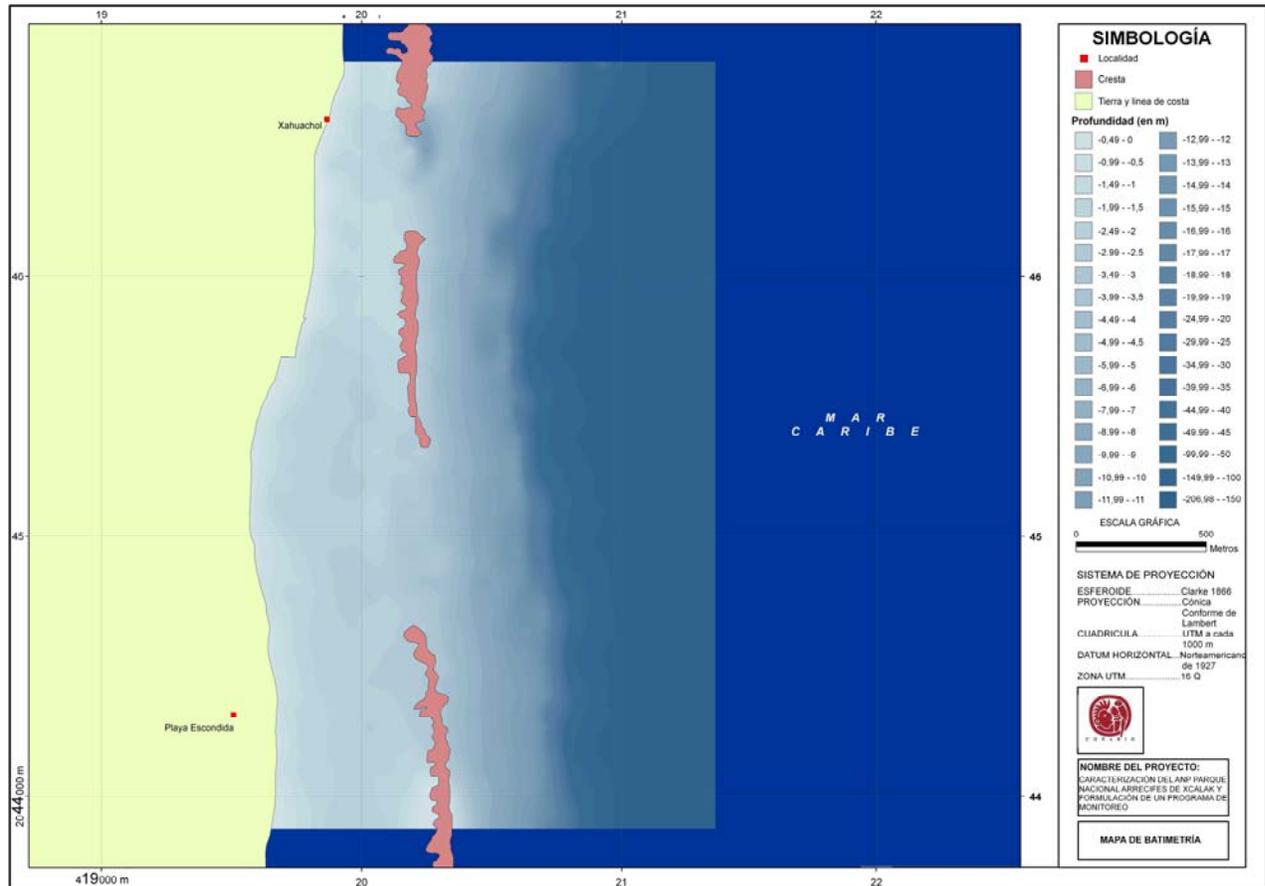


Figura 8. Mapa batimétrico del segmento 5. Escala 1:7,222 y DATUM WSG87. La barrera arrecifal se muestra en color rosa; la barra de colores en tonos azules muestra las profundidades, zonas someras (azul pálido) a zonas profundas (azul marino).

Perfiles de profundidad

Se seleccionaron 10 transectos a lo largo del parque para mostrar los perfiles de profundidad. La localización geográfica se muestra en el mapa de la figura 9 y las coordenadas geográficas en la tabla 3.

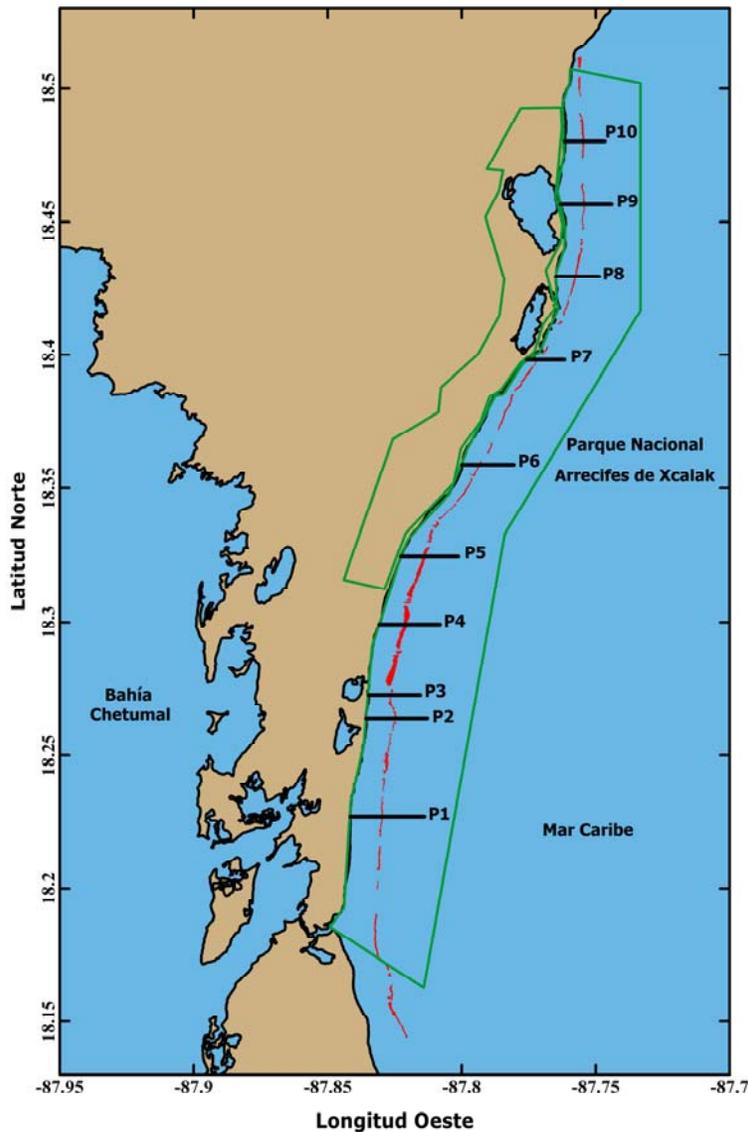


Figura 9. Localización de los transectos seleccionados para mostrar los perfiles de profundidad. Las coordenadas geográficas se muestran en la tabla 2.

Tabla 3. Coordenadas geográficas de los perfiles seleccionados.

Perfiles	Posición inicial		Posición Final	
	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud
P1	-87.8416	18.2271	-87.8140	18.2271
P2	-87.8357	18.2637	-87.8129	18.2637
P3	-87.8348	18.2727	-87.8155	18.2727
P4	-87.8308	18.2992	-87.8082	18.2992
P5	-87.8227	18.3243	-87.8014	18.3243
P6	-87.7999	18.3588	-87.7806	18.3588
P7	-87.7756	18.3982	-87.7617	18.3982
P8	-87.7648	18.4294	-87.7488	18.4294
P9	-87.7631	18.4565	-87.7442	18.4565
P10	-87.7615	18.4802	-87.7467	18.4802

Con fines ilustrativos se presenta cada transecto en 2 escalas, para destacar características en el talud continental y en la laguna arrecifa.

El perfil P1 (Figura 10) es un transecto que pertenece a la parte sur del parque y que atraviesa la zona conocida como la Poza. Por esta razón, en este transecto se muestra un gráfico donde se muestra un acercamiento de la poza que permite comparar la profundidad de esta con respecto a la laguna arrecifal. En el perfil se muestra una cuenca adicional a la laguna arrecifal y presenta un doble frente arrecifal exterior debido a la poza. La profundidad de la laguna arrecifal muestra una cuenca

somera con pendientes suaves. La profundidad máxima se localizó aproximadamente a 350 m de la línea de costa. El frente arrecifal presenta una pendiente de 0.13. La plataforma continental presenta una pendiente que cae abruptamente de los 50 metros hasta los 120 metros aproximadamente con un valor de 0.8, esta pendiente abrupta en la plataforma continental representa el cantil. Después los 120 m de profundidad la pendiente es gradual y menos pronunciada que en el cantil con un valor de 0.25.

El perfil P2 (Figura 11) muestra un frente arrecifal exterior con una pendiente suave y una plataforma extendida con una pendiente de 0.05 hasta una profundidad de aproximadamente de 30 metros. A partir esta profundidad la pendiente de la plataforma decae de manera continua con una razón de 0.4.

El perfil P3 (Figura 12) es un transecto que pasa por un canal o quebrado, la barrera arrecifal se encuentra sumergida. La plataforma se observa escalonada con una pendiente suave de 0.06 en los primeros 25 metros aumentando su pendiente a 0.15 entre los 25 y los 50 metros profundidad. Después de los 50 metros se observa una pendiente abrupta de 0.8 (cantil) hasta alcanzar una profundidad de aproximadamente 140 metros, posteriormente su pendiente disminuye a 0.2.

La Figura 13 muestra el cuarto transecto (P4), la pendiente de la plataforma después del frente arrecifal es suave con un valor de 0.03 hasta una profundidad de aproximadamente 15 metros, después la pendiente aumenta a una razón de 0.16 hasta una profundidad de aproximadamente 60 metros a partir de la cuál cae abruptamente a razón de 0.43. Los perfiles P5 y P6 (Figuras 14 y 15) presentan un perfil de profundidad muy similar a P4. Sin embargo, la barrera arrecifal se observa más angosta en P5 (Figura 14).

En el perfil P7 (Figura 16) es un transecto que pasa por un canal o quebrado; a diferencia del perfil P3, en donde la barrera arrecifal no se observa. La plataforma presenta una pendiente suave de 0.42 hasta una profundidad de aproximadamente 25 metros. A partir de ahí se presenta un cambio en la plataforma definiéndose el cantil,

donde la pendiente presenta un valor de 1.1 hasta llegar una profundidad de aproximadamente 160 metros donde la pendiente decae a una razón de 0.19.

El perfil P8 (Figura 17) presenta una pendiente suave de 0.05 hasta los primeros 20 metros de profundidad, posteriormente presenta una pendiente abrupta con un valor de 0.7, extendiéndose hasta una profundidad aproximada de 90 metros (cantil), después de los 100 metros de profundidad la pendiente disminuye a 0.32, la mitad del valor de la pendiente del cantil.

En el perfil P9 (Figura 18) la pendiente de la plataforma somera es suave (0.04) en los primeros 20 metros de profundidad, a partir de ahí, la profundidad decae continuamente a una razón de 0.42.

El perfil P10 (Figura 19) presenta una cuenca de la laguna arrecifal más cóncava que los perfiles anteriores, iniciando la plataforma con una pendiente suave con valor de 0.03 en los primeros 10 metros de profundidad, después continúa a una razón de 0.2 hasta una profundidad de 35 metros, a partir de ahí inicia una caída abrupta, definiendo el cantil con una pendiente de 0.8 hasta llegar a una profundidad de aproximadamente 130 metros, después de esa profundidad la pendiente disminuye aproximadamente a la mitad de su valor (0.35).

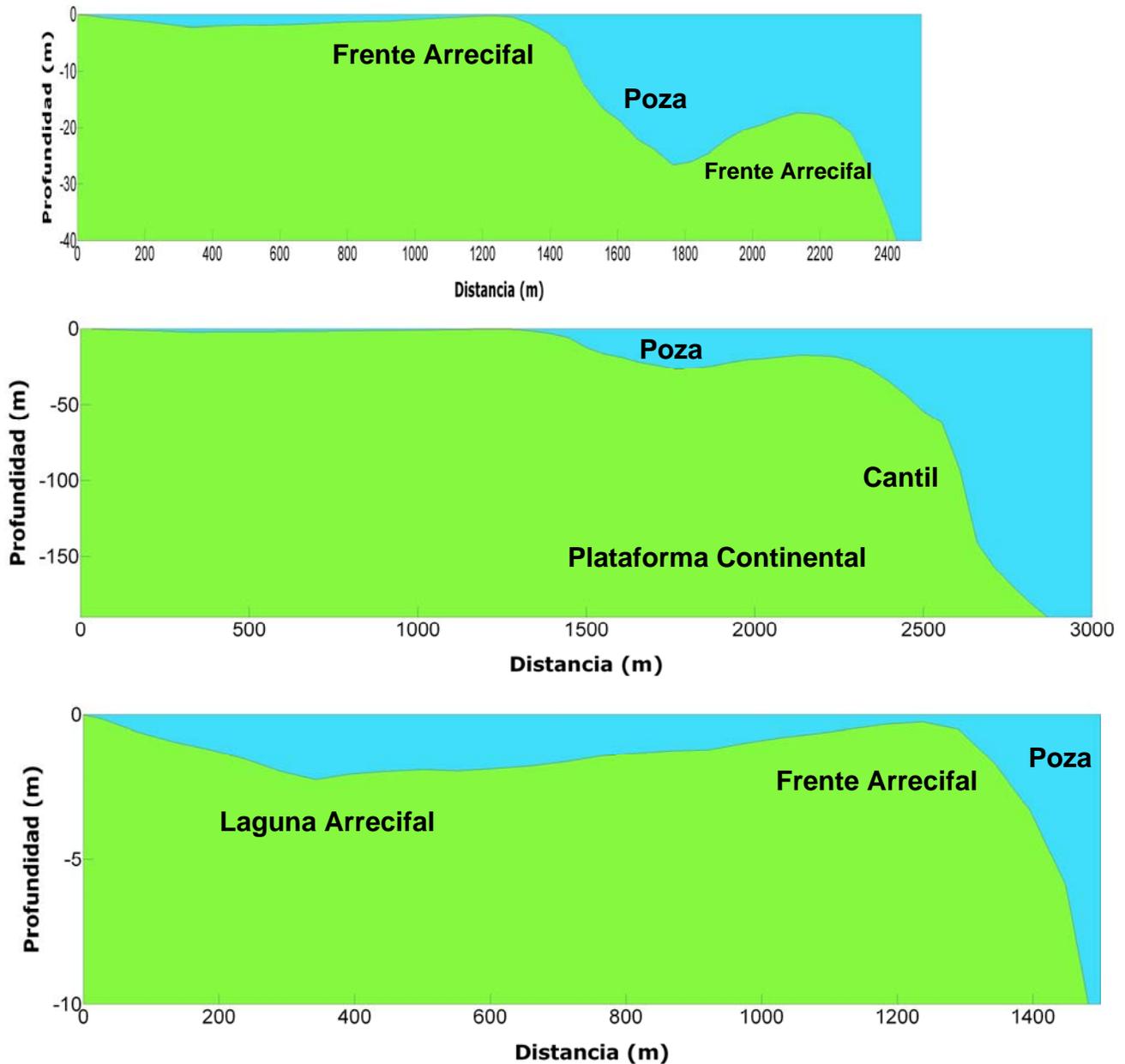


Figura 10.- Perfil de profundidad P1. La localización geográfica se muestra en el mapa de la figura 9. Nótese que es el mismo transecto pero a diferentes escalas para destacar características batimétricas en la laguna arrecifal y en la plataforma continental. Descripción en el texto.

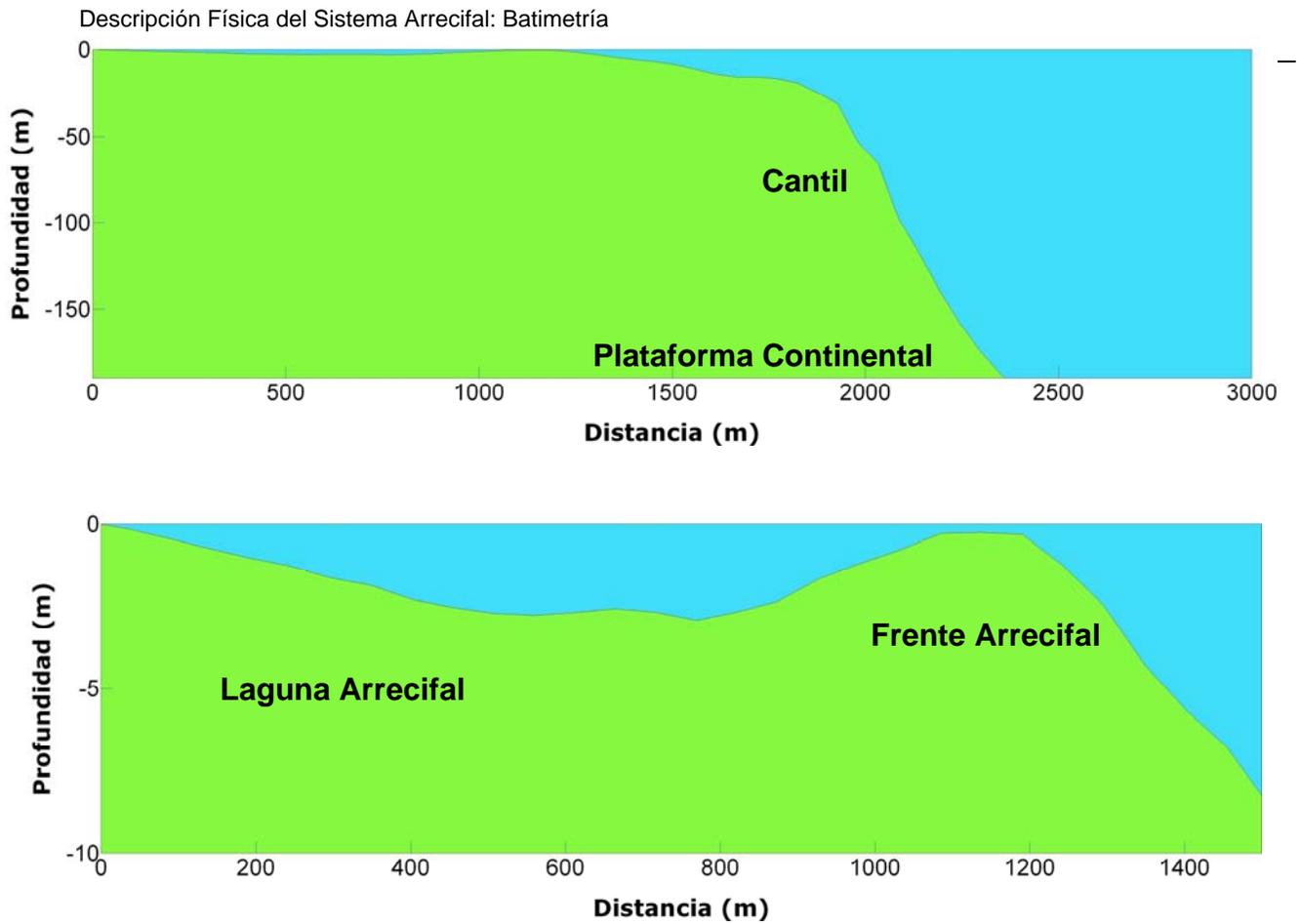


Figura 11.- Perfil de profundidad P2. La localización geográfica se muestra en el mapa de la figura 9. Nótese que es el mismo transecto pero a diferentes escalas para destacar características batimétricas en la laguna arrecifal y en la plataforma continental. Descripción en el texto.

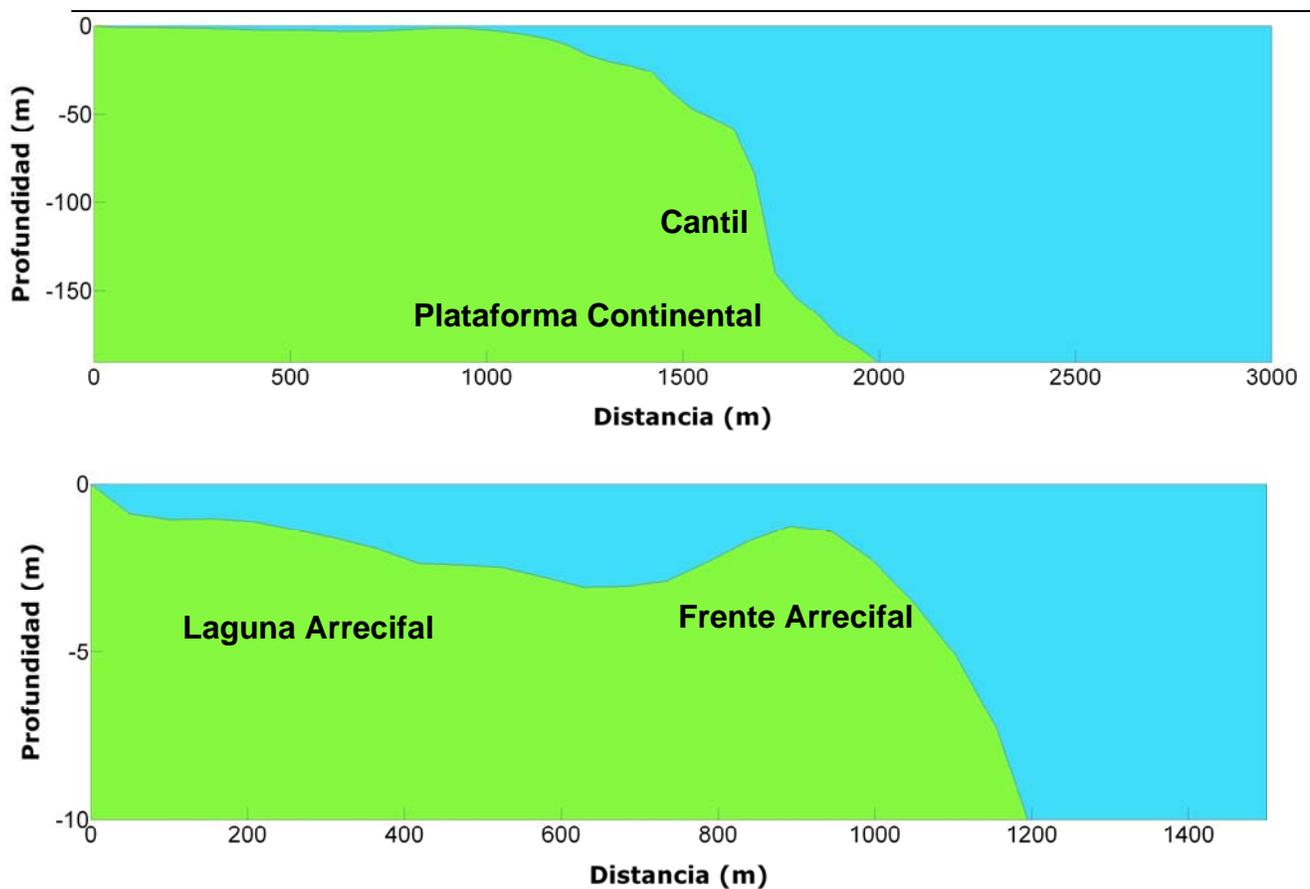


Figura 12.- Perfil de profundidad P3. La localización geográfica se muestra en el mapa de la figura 9. Nótese que es el mismo transecto pero a diferentes escalas para destacar características batimétricas en la laguna arrecifal y en la plataforma continental. Descripción en el texto.

Descripción Física del Sistema Arrecifal: Batimetría

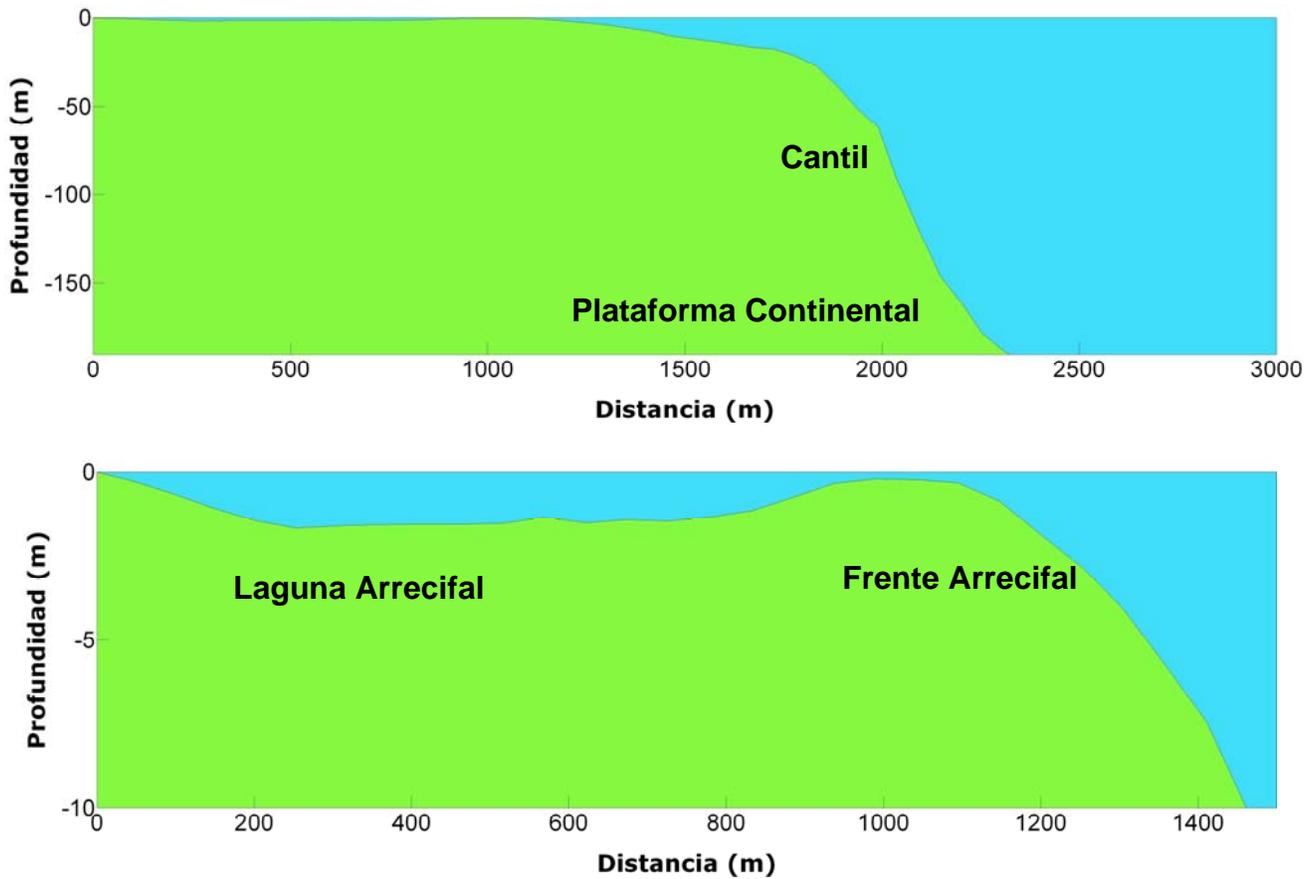


Figura 13.- Perfil de profundidad P4. La localización geográfica se muestra en el mapa de la figura 9. Nótese que es el mismo transecto pero a diferentes escalas para destacar características batimétricas en la laguna arrecifal y en la plataforma continental. Descripción en el texto.

Descripción Física del Sistema Arrecifal: Batimetría

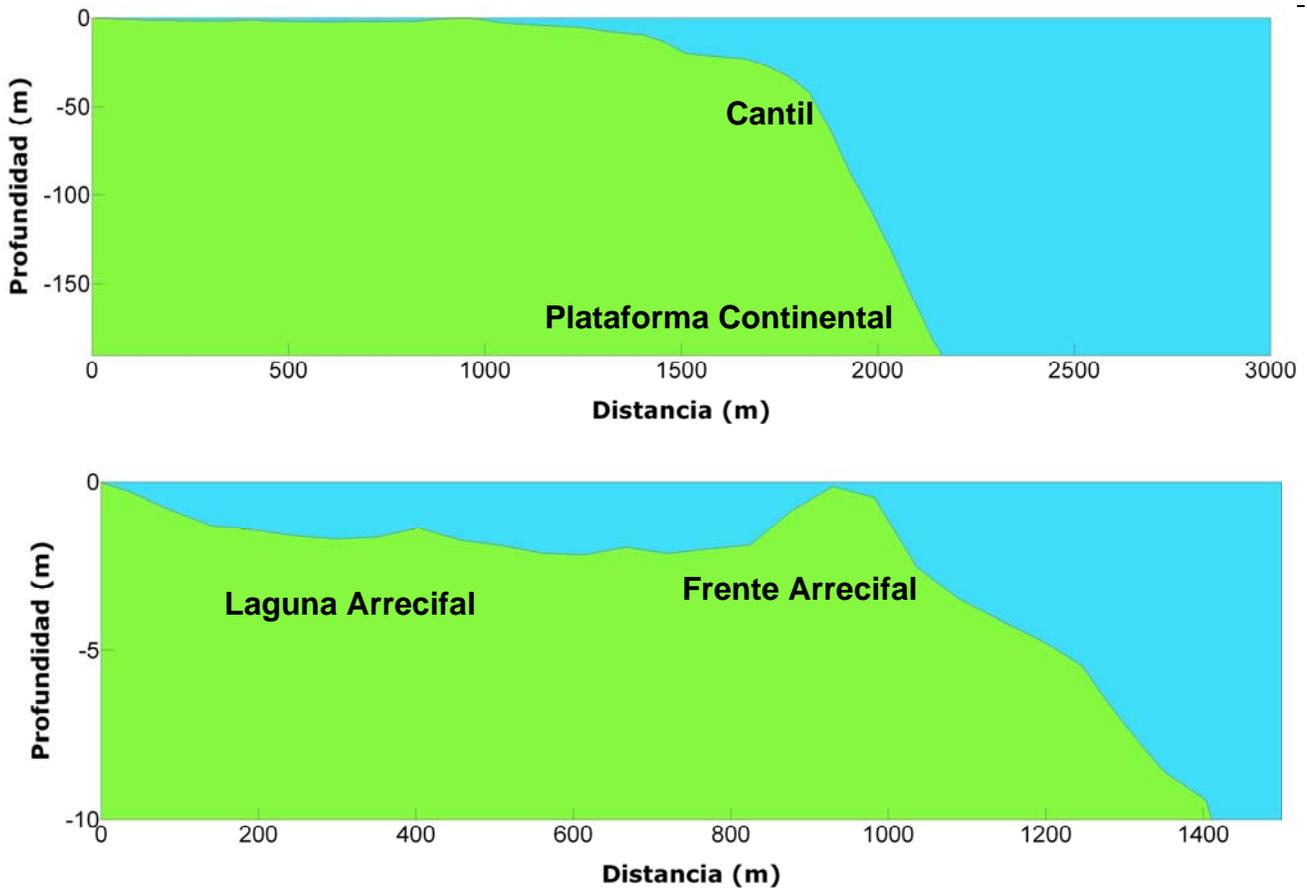


Figura 14.- Perfil de profundidad P5. La localización geográfica se muestra en el mapa de la figura 9. Nótese que es el mismo transecto pero a diferentes escalas para destacar características batimétricas en la laguna arrecifal y en la plataforma continental. Descripción en el texto.

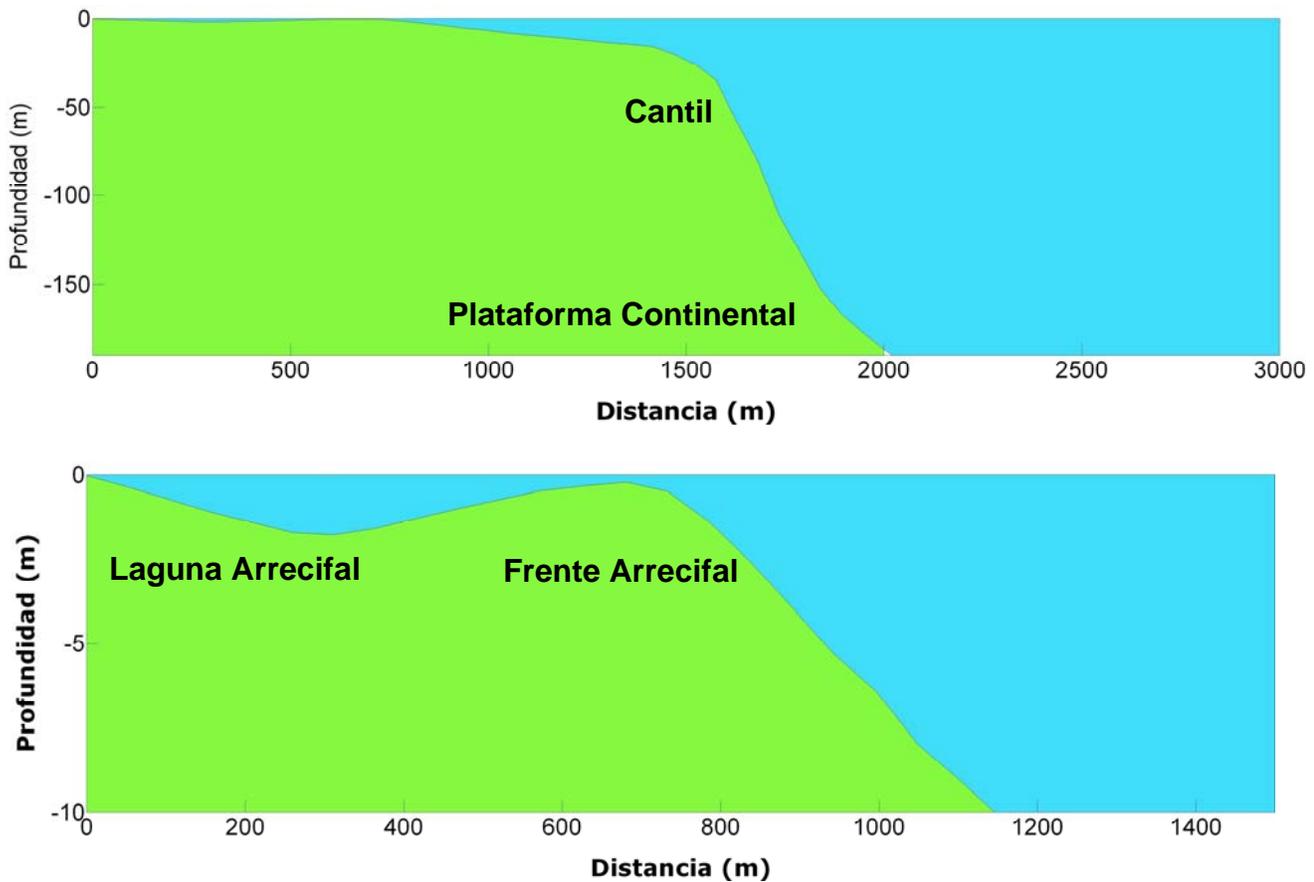


Figura 15.- Perfil de profundidad P6. La localización geográfica se muestra en el mapa de la figura 9. Nótese que es el mismo transecto pero a diferentes escalas para destacar características batimétricas en la laguna arrecifal y en la plataforma continental. Descripción en el texto.

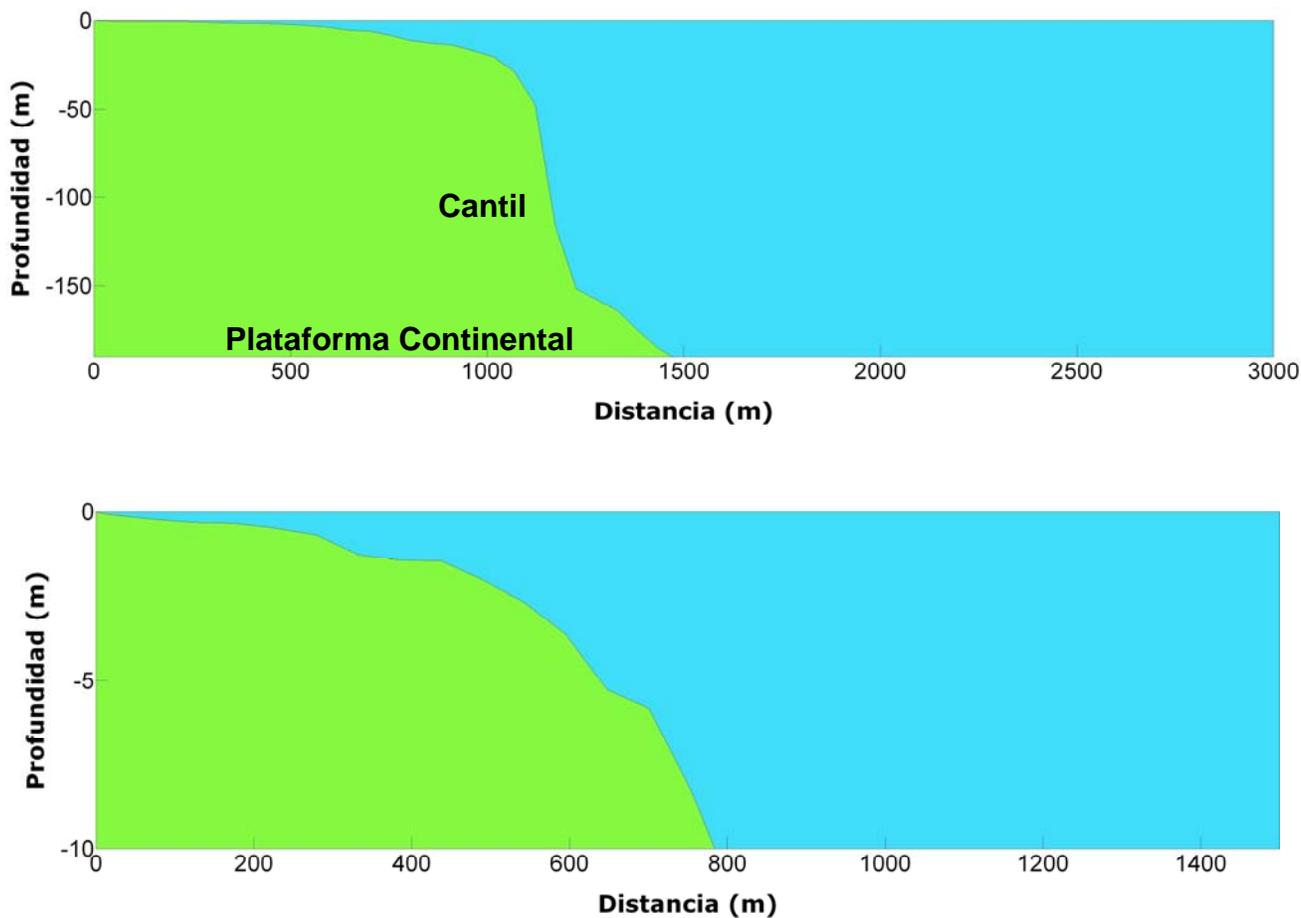


Figura 16.- Perfil de profundidad P7. La localización geográfica se muestra en el mapa de la figura 9. Nótese que es el mismo transecto pero a diferentes escalas para destacar características batimétricas en la laguna arrecifal y en la plataforma continental. Descripción en el texto.

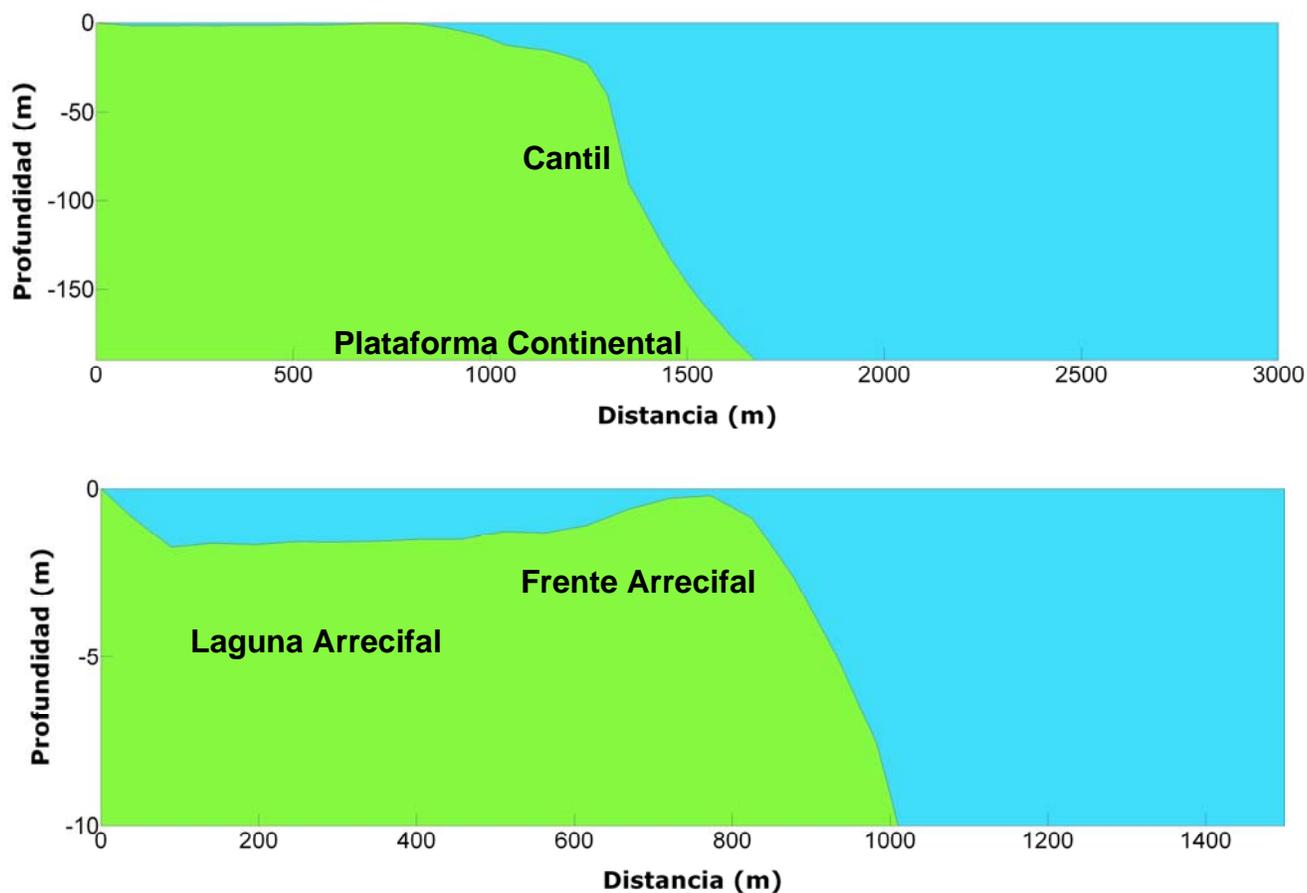


Figura 17.- Perfil de profundidad P8. La localización geográfica se muestra en el mapa de la figura 9. Nótese que es el mismo transecto pero a diferentes escalas para destacar características batimétricas en la laguna arrecifal y en la plataforma continental. Descripción en el texto.

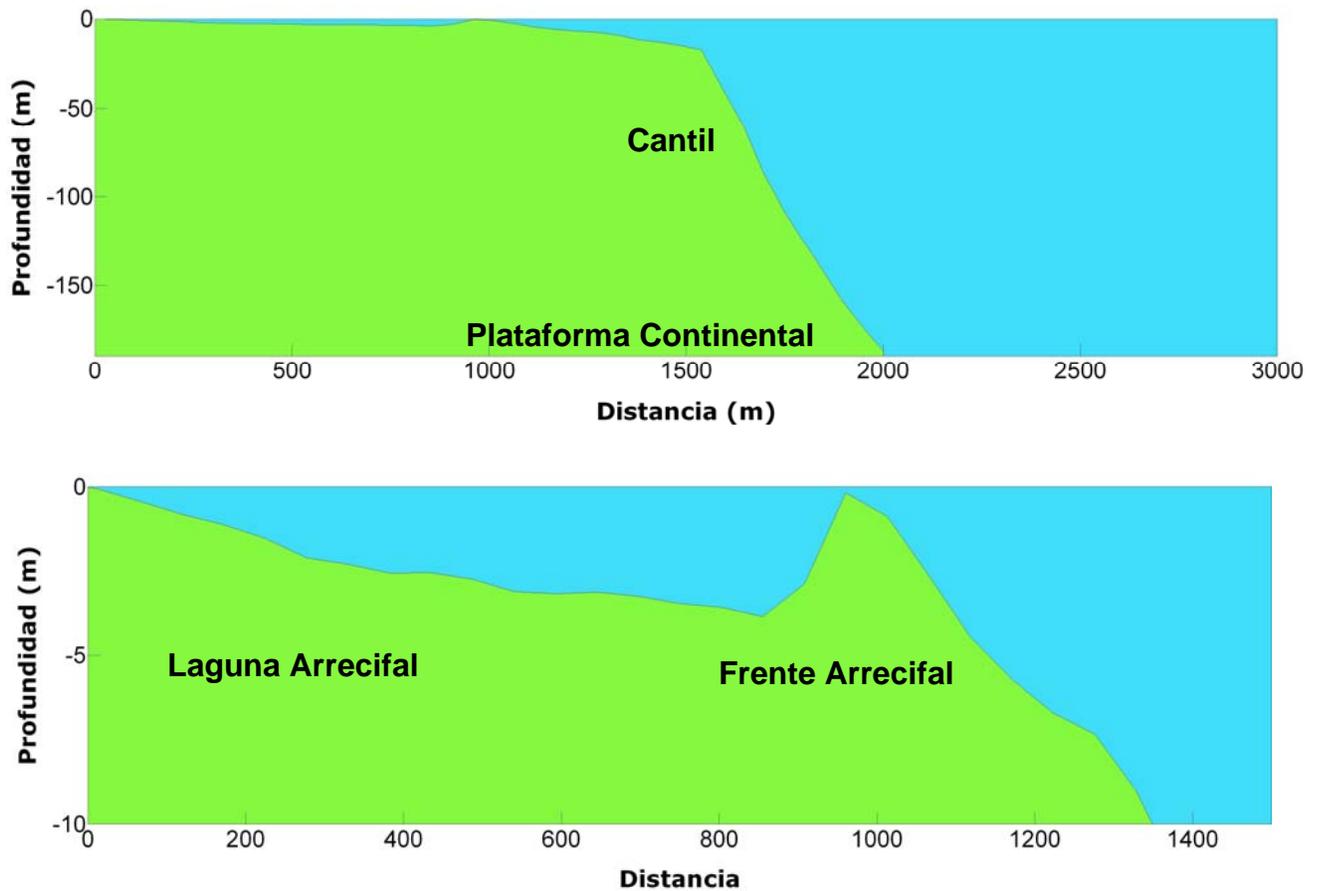


Figura 18.- Perfil de profundidad P9. La localización geográfica se muestra en el mapa de la figura 9. Nótese que es el mismo transecto pero a diferentes escalas para destacar características batimétricas en la laguna arrecifal y en la plataforma continental. Descripción en el texto.

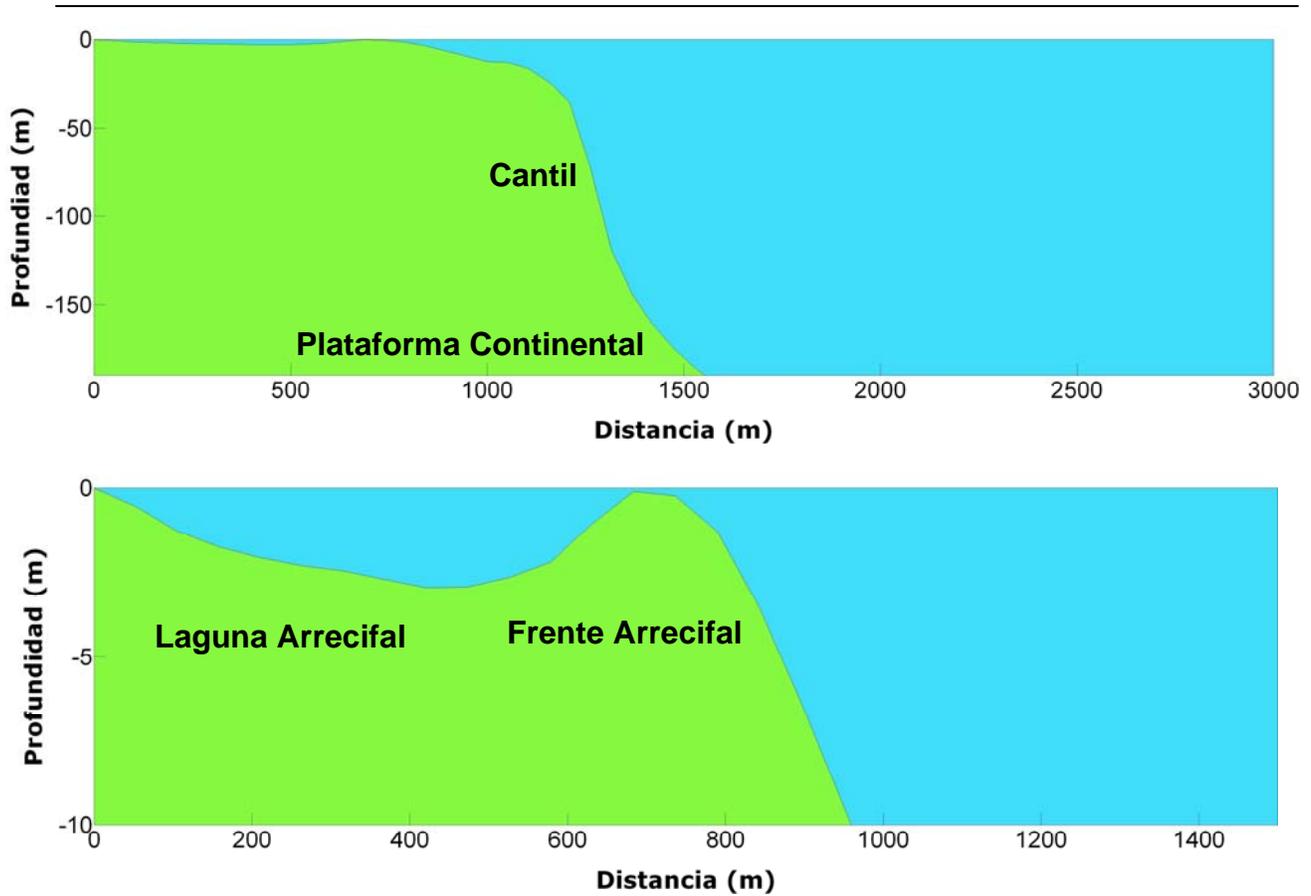


Figura 19.- Perfil de profundidad P10. La localización geográfica se muestra en el mapa de la figura 9. Nótese que es el mismo transecto pero a diferentes escalas para destacar características batimétricas en la laguna arrecifal y en la plataforma continental. Descripción en el texto.

Conclusiones

El área está constituida por una barrera arrecifal, una laguna arrecifal y una plataforma continental y presentaron las siguientes características:

La barrera arrecifal se presentó a todo lo largo del parque mostrando discontinuidades por la presencia de canales conocidas como quebrados. Estas aberturas tienen distancias variables de unos cuantos metros hasta 1 km.

La laguna arrecifal presentó una profundidad media de 2 m sobre el nivel medio del mar y máximos de hasta 4 m. La anchura de la laguna arrecifal fue variable con un máximo de 1.65 km y un mínimo de 0.14 km, este último fue observado en la zona conocida como El Toro (18.4016° N, 87.7702°O).

La plataforma continental es en general angosta con mínimos de 0.54 km y máximos de 1.75 km a partir de la barrera arrecifal. El frente arrecifal mostró una pendiente suave (valores alrededor de 0.04), mientras que destaca una zona de fuerte pendiente en la profundidad (0.7-0.8) en la zona de la plataforma denominada cantil, por lo general a partir de los 30 m de profundidad.

En la zona sur del parque se observó un canal alargado que pertenece a la estructura geológica conocida como la Poza con profundidades de hasta 33 metros. La Poza, que es una cuenca larga con longitud de aproximadamente 9.68 km y una anchura media de 400 metros. La zona de la Poza presenta un doble frente arrecifal exterior.

Aún cuando la resolución espacial de los datos no permite ver detalles de estructuras en la plataforma continental como canales angostos o cordilleras menores a 300 m. El estudio batimétrico realizado proporciona datos satisfactorios en resolución y área cubierta que permitieron observar características del fondo que no habían sido documentadas anteriormente en cartas de navegación. La información obtenida es una buena base para futuras investigaciones en la región y para usos específicos relacionados con el manejo del parque.

Agradecimientos

Agradecemos la colaboración de la CONANP, especialmente a la M. en C. María del Carmen Rivas directora del Parque Nacional Arrecifes de Xcalak y de la Reserva de la Biósfera de Banco Chinchorro por las facilidades otorgadas durante las mediciones. Al apoyo en campo brindado por Edgar Tovar, Kelly Bolio y José Angel Cohuo.

Literatura Citada

Pawlowicz, R., B. Beardsley, and S. Lentz (2002), Classical tidal harmonic analysis including error estimates in MATLAB using T_TIDE, *Computers and Geosciences*, 28, 929-937.

EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR UNIDAD CHETUMAL



**COMISIÓN NACIONAL PARA EL USO Y CONOCIMIENTO DE LA
BIODIVERSIDAD**

**DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL SISTEMA ARRECIFAL:
HÁBITATS BÉNTICOS**

**Dr. Héctor A. Hernández Arana
Geog. Holger Weissenberger
(Responsables)**

**Dra. Laura E. carrillo Bibriezca, L.C.C. Mario Yescas
(Colaboradores)**

Chetumal, Quintana Roo, Agosto de 2009

Índice

Lista de Tablas	.....	46
Lista de Figuras	.....	46
Introducción	.....	47
Materiales y Métodos	.....	47
Resultados	.....	49
Conclusiones	.....	59
Agradecimientos	.....	60
Anexo 1 Puntos de verificación.....		61
Anexo 2 Memoria fotográfica.....		67

Lista de Tablas

Tabla 1. Coordenadas geográficas de los límites norte y sur de 5 mapas de hábitats.

Tabla 2. Área en m² para cada tipo de hábitat por segmento.

Lista de Figuras

Figura 1. Hábitat tipo 2. Arenal con megafauna móvil y octocorales aislados (Foto: Humberto Bahena Basave)

Figura 2. Hábitat tipo 4. Parche arrecifal, sustrato duro calcáreo, en primer plano el coral cuerno de alce, *Acropora palmata*, (Foto: Humberto Bahena Basave)

Figura 3. Hábitat tipo 5. Vegetación sumergida compuesta por una asociación de *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiformis* con algunas macroalgas carnosas. Al fondo un parche arrecifal (Foto: Humberto Bahena Basave)

Figura 4. Mapa de hábitats bénticos del segmento 1. Escala 1:20,000. La barrera arrecifal se muestra en color rosa; la barra de colores muestra las categorías de los diferentes tipos de hábitats clasificados.

Figura 5. Mapa de hábitats bénticos del segmento 2. Escala 1:20,000. La barrera arrecifal se muestra en color rosa; la barra de colores muestra las categorías de los diferentes tipos de hábitats clasificados.

Figura 6. Mapa de hábitats bénticos del segmento 3. Escala 1:20,000. La barrera arrecifal se muestra en color rosa; la barra de colores muestra las categorías de los diferentes tipos de hábitats clasificados.

Figura 7. Mapa de hábitats bénticos del segmento 4. Escala 1:20,000. La barrera arrecifal se muestra en color rosa; la barra de colores muestra las categorías de los diferentes tipos de hábitats clasificados.

Figura 8. Mapa de hábitats bénticos del segmento 5. Escala 1:20,000. La barrera arrecifal se muestra en color rosa; la barra de colores muestra las categorías de los diferentes tipos de hábitats clasificados.

Descripción Física del Sistema Arrecifal: Hábitats bénticos

Dr. Héctor A. Hernández Arana, Geog. Holger Weissenberger (Responsables)

Dra. Laura E. carrillo Bibriezca, L.C.C. Mario Yescas (Colaboradores)

Introducción

En el presente documento se reporta la información de los tipos de hábitat bénticos de la laguna arrecifal del Parque Nacional Arrecifes de Xcalak (PNAX) como parte de los objetivos de la caracterización física del sistema arrecifal del informe del proyecto “Caracterización del ANP Parque Nacional Arrecifes de Xcalak y formulación de un programa de monitoreo”. Esta información se presenta en mapas de hábitat bénticos con escala de 1:20,000 y perfiles de zonación.

Materiales y Métodos

Para la elaboración de los mapas de hábitats bénticos se utilizó fotografía aérea e imágenes de satélite proporcionadas por el programa Google earth. Las fotografías aéreas pertenecen al sector Naval de Chetumal y fueron obtenidas a través de un convenio de colaboración ECOSUR-CONANP-SEMAR. Estas fotos fueron tomadas en helicóptero, por medio de una cámara digital NIKON DX1. Debido a diferencias en altura a la que se tomaron las fotografías y a que solo se obtuvo un punto georreferenciado al centro de las mismas, estas solo se usaron como referencia, por su alta resolución, para identificar los principales tipos de hábitat bénticos.

Muestreo de campo

Los hábitats identificados sobre fotografía fueron verificados en campo, entre junio y noviembre de 2007, en dos etapas; la primera durante los recorridos realizados para la obtención de los datos batimétricos y en una segunda etapa exclusivamente para georeferenciar 270 puntos verificados in situ y en los que se registro el tipo de hábitat en cinco categorías Arena (A), Arena-Vegetación –sumergida (AVS), Vegetación-sumergida-Arena (VSA), Vegetación sumergida (VS), Parche Arrecifal (PA). Los puntos fueron georeferenciados usando un GPS MAGELLAN MERIDIAN MARINE DATUM WGS84.

Procesamiento

Los puntos verificados fueron proyectos sobre imágenes de satélite del programa Google Earth y se usaron para clasificar la imagen en las cinco categorías

especificadas arriba. Adicionalmente se incorporó la categoría de cresta arrecifal, cuyo polígono se obtuvo directamente de la imagen satelital de Google Earth, ya que la cresta arrecifal es visible en la imagen e inaccesible en el campo.

Elaboración de mapas

Para la elaboración de los mapas del hábitat béntico a escala 1:20,000 se generaron polígonos para cinco tipos de fondo y la cresta arrecifal.

- Arena (A)
- Arena-Vegetación –sumergida (AVS)
- Vegetación-sumergida-Arena (VSA)
- Vegetación sumergida (VS)
- Parche Arrecifal (PA)

Para cada uno de los tipos de fondo se elaboraron polígonos del tipo .kml en el programa Google Earth con las imágenes de satélite que propone el programa del área de estudio. Una vez teniendo todos los archivos se convirtieron los archivos KML de Google Earth a archivos SHP para trabajarlos con el software ArcGis 9.2 de la empresa ESRI. En ArcGIS se convirtieron los archivos de grados decimales a UTM Zona 16 y se elaboraron los cinco mapas del hábitat béntico. Sobre los mapas del tipo de fondo se proyectaron líneas de profundidad obtenidos de los mapas batimétricos construidos en este proyecto.

Resultados

Los resultados se muestran en mapas de hábitats bénticos identificados desde la línea de costa hasta la cresta arrecifal categorizados en seis tipos de hábitats.

1. Cresta arrecifal: Incluye el área de transición entre la laguna y el frente arrecifal, es la porción emergida, en marea baja, de sustrato duro. La composición biótica es por algas calcáreas, corales escleractinios e hidrocorales.

2. Arena (A): Incluye áreas desnudas de vegetación, dominado por sedimentos arenosos y escombros o cascajo de coral, la biota asociada es predominantemente infauna y megafauna móvil, en algunas áreas se encuentran octocorales aislados y dispersos (Figura 1).



Figura 1. Habitat tipo 2. Arenal con megafauna móvil y octocorales aislados (Foto: Humberto Bahena Basave)

3. Arena-Vegetación sumergida (AVS): Incluye áreas donde predominan sedimentos arenosos y la vegetación tiene una distribución amplia pero cobertura < al 10%. La composición de la vegetación es una asociación de pastos marinos y macroalgas.

4. Parche Arrecifal (PA): Incluye áreas de sustrato duro, de tamaño variable, colonizado por macroalgas carnosas, macroalgas calcareas, corales escleractinios, hidrocorales y octocorales como los principales grupos estructurales y funcionales (Figura 2).



Figura 2. Habitat tipo 4. Parche arrecifal, sustrato duro calcáreo, en primer plano el coral cuerno de alce, *Acropora palmata*, (Foto: Humberto Bahena Basave)

5. Vegetación sumergida (VS): Incluye áreas donde la vegetación tiene una distribución en parches y cobertura > 50%. La composición de la vegetación varía dependiendo de la profundidad, a menos de 0.5 m el pasto dominante es *Halodule wrightii* ocasionalmente mezclado con *Syringodium filiforme*. En profundidades mayores a 0.5 m el pasto dominante es *Thalassia testudinum* ocasionalmente asociado con *Syringodium filiforme*, *Halodule wrightii* y macroalgas (Figura 3).



Figura 3. Hábitat tipo 5. Vegetación sumergida compuesta por una asociación de *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiformis* con algunas macroalgas carnosas. Al fondo un parche arrecifal (Foto: Humberto Bahena Basave)

6. Vegetación sumergida-Arena (VSA): Incluye áreas donde la vegetación tiene una distribución amplia y coberturas de 20 a 50%. La composición de la vegetación es una asociación de pastos marinos, preferentemente *Thalassia testudinum*, y macroalgas.

Mapas de hábitat bénticos

El área total del parque se dividió en 5 segmentos que corresponden a los mapas de hábitats bénticos con escala 1:20,000 (Figuras 4, 5, 6, 7 y 8). Las coordenadas geográficas de los límites sur y norte de los segmentos se muestran en la tabla 1. Se presentan de sur a norte, de tal manera que el segmento 1 es la zona al sur del parque y el segmento 5 la norte. Los mapas tienen coordenadas UTM y DATUM WGS84. La barrera arrecifal se muestra en color rosa, la barra de colores denotan las cinco categorías restantes de hábitats bénticos. En la tabla 2 se presentan el área en m² para cada tipo de hábitat por segmento.

Tabla 1. Coordenadas geográficas de los límites norte y sur de 5 mapas de hábitats bénticos

Segmento	Latitud límite sur	Latitud límite norte
1	18.2609	18.1876
2	18.3349	18.2611
3	18.4096	18.3351
4	18.4835	18.4097
5	18.5104	18.4837

Tabla 2. Área en m² para cada tipo de hábitat por segmento

Área en m ²	Mapa 1	Mapa 2	Mapa 3	Mapa 4	Mapa 5
Cresta	289086	951352	361156	307309	
Arena	1474004	2011084	1587908	2048690	211720
Arena-Vegetación sumergida	3463835	2276112	1652405	889404	737764
Parche arrecifal	340474	212682	576018	210476	76002
Vegetación sumergida	1082172	1473370	682403	512912	304373
Vegetación sumergida-Arena	3490061	1916601	780731	2195912	277243

Segmento 1. Corresponde al límite sur del parque, en el se localiza el canal natural, Bacalar Chico, y el canal artificial, Canal de Zaragoza, que comunica la laguna arrecifal con la porción SE de Bahía de Chetumal. El mosaico de hábitats tiene la siguiente jerarquía de dominancia por tipo de hábitat 6, 3, 2, 5, 4 y 1 de mayor a menor área (tabla xx). La cresta arrecifal es relativamente paralela a la costa, emergente y discontinua por canales de comunicación de la laguna arrecifal con la plataforma conocidos como quebrados. El hábitat 4, parche arrecifal, tiene una distribución limitada hacia el sur y centro de este segmento. Los parches más grandes (porción sur) coinciden con las discontinuidades más amplias de la cresta arrecifal. El hábitat 5 tiene un distribución preferentemente cercana a la línea de costa a < de 1 m de profundidad.

Segmento 2. Abarca el límite del poblado de Xcalak hacia la zona norte del sitio conocido como Blanquizal. La cresta arrecifal es emergente con menos discontinuidades que el segmento 1, aunque las discontinuidades presentes forman amplios canales de hasta 400 metros. El mosaico de hábitats tiene el siguiente orden de dominancia 3, 2, 6, 5, 1, 4 de mayor a menor área (tabla xx). La cresta arrecifal es amplia, con un arrecife posterior bien desarrollado que se eleva desde los 3 m de profundidad. Parches arrecifales aislados se localizan en la

porción norte de este segmento. La vegetación acuática sumergida forma extensos praderas localizadas junto al arrecife posterior; estos son dominados por el pasto marino *Thalassia testudinum*.

Segmento 3. En este segmento el orden de dominancia en área de los diferentes hábitats es el siguiente 3, 2, 6, 5, 4, 1 de mayor a menor área (tabla xx). La cresta arrecifal es emergente con amplias discontinuidades de hasta seiscientos metros, hacia la porción norte de este segmento la cresta arrecifal se aproxima a la costa. Los parches arrecifales se distribuyen preferentemente en las porciones sur y norte de este segmento. Es también en esta zona donde destaca una serie de parches arrecifales que son descubiertos con las mareas bajas. Las praderas de vegetación sumergida se distribuyen preferentemente en la zona litoral a < de 1 m de profundidad. Aquí se presentan extensos arenales con octocorales aislados y dispersos.

Segmento 4. La extensión que ocupan los diferentes hábitats tiene el siguiente orden 6, 2, 3, 5, 1, 4. La cresta arrecifal presenta una serie de quebrados con una anchura máxima de hasta 1 km, lo cual la hace presentar una menor superficie emergida, comparado con otros segmentos. En esta zona se destacan una serie de parches arrecifales que son descubiertos con las mareas bajas, aunque en este segmento también representan relativamente una de las menores coberturas. Similar al segmento dos, los grandes arenas presentan colonias aisladas y dispersas de octocorales. El área cubierta por hábitat de vegetación sumergida es también menor comparado con los primeros tres segmentos y su distribución es preferentemente en la porción norte de este segmento.

Segmento 5. Se encuentra en el límite norte del parque. Aquí la dominancia en área de los diferentes hábitats es 3, 5, 6, 2, 4, 1. Se presentan extensiones grandes de praderas de vegetación sumergida a < 2 m de profundidad. Los parches arrecifales tienen una distribución preferentemente en la porción sur y centro del segmento. La cresta arrecifal es amplia, con discontinuidades mayores a las registradas en los otros cuatro segmentos, hacia el límite norte del parque la cresta arrecifal se aproxima hacia la costa.

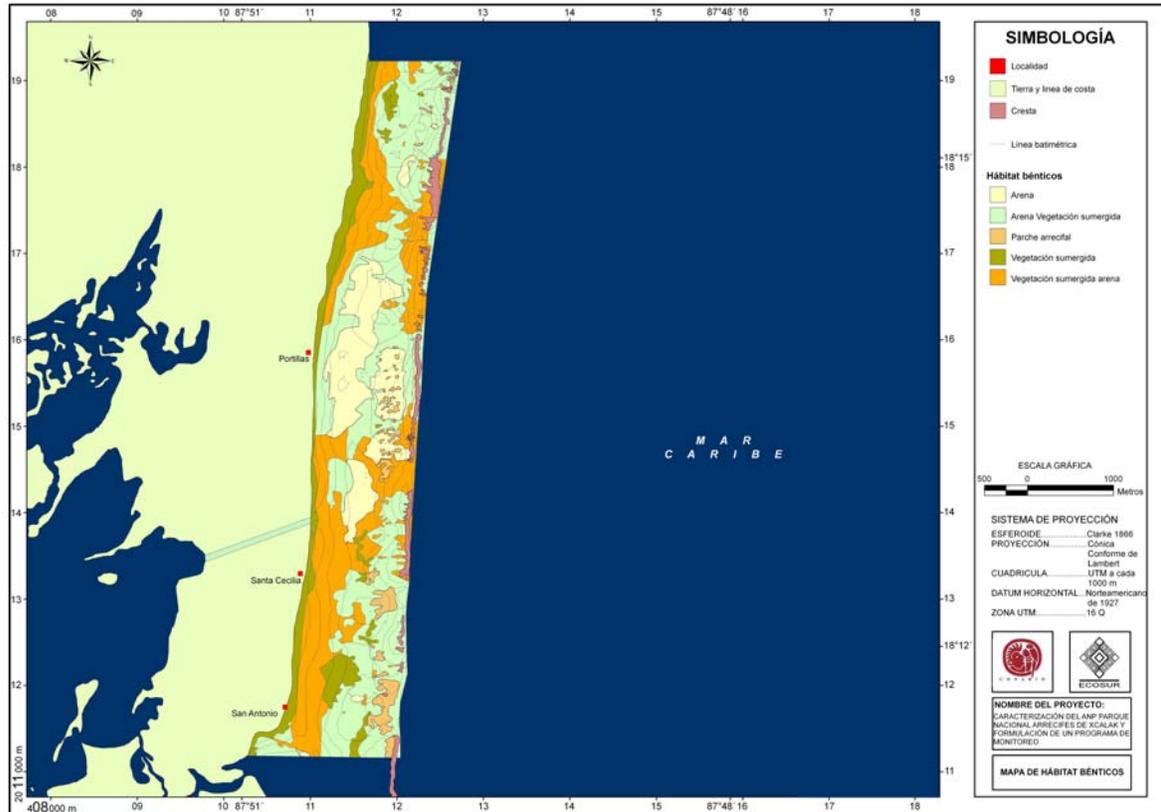


Figura 4. Mapa de hábitats bénticos del segmento 1. Escala 1:20,000. La barrera arrecifal se muestra en color rosa; la barra de colores muestra las categorías de los diferentes tipos de hábitats clasificados.

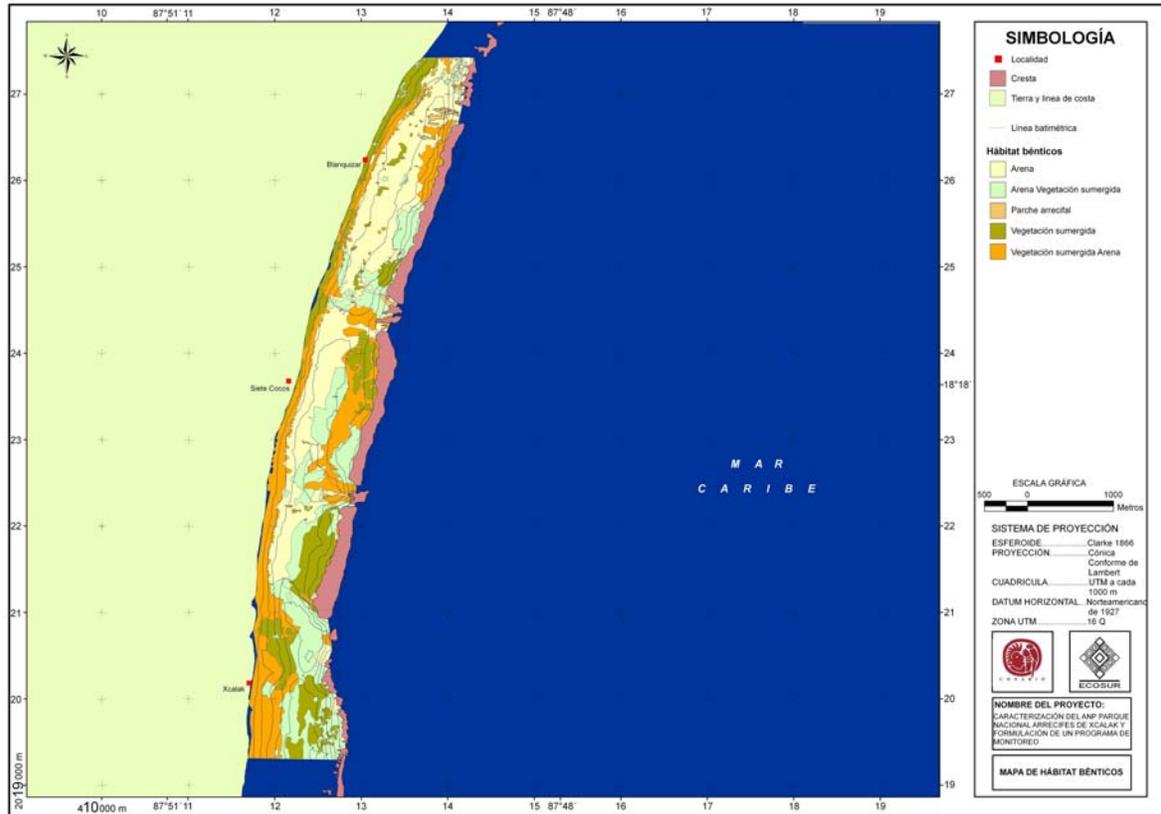


Figura 5. Mapa de hábitats bénticos del segmento 2. Escala 1:20,000. La barrera arrecifal se muestra en color rosa; la barra de colores muestra las categorías de los diferentes tipos de hábitats clasificados.

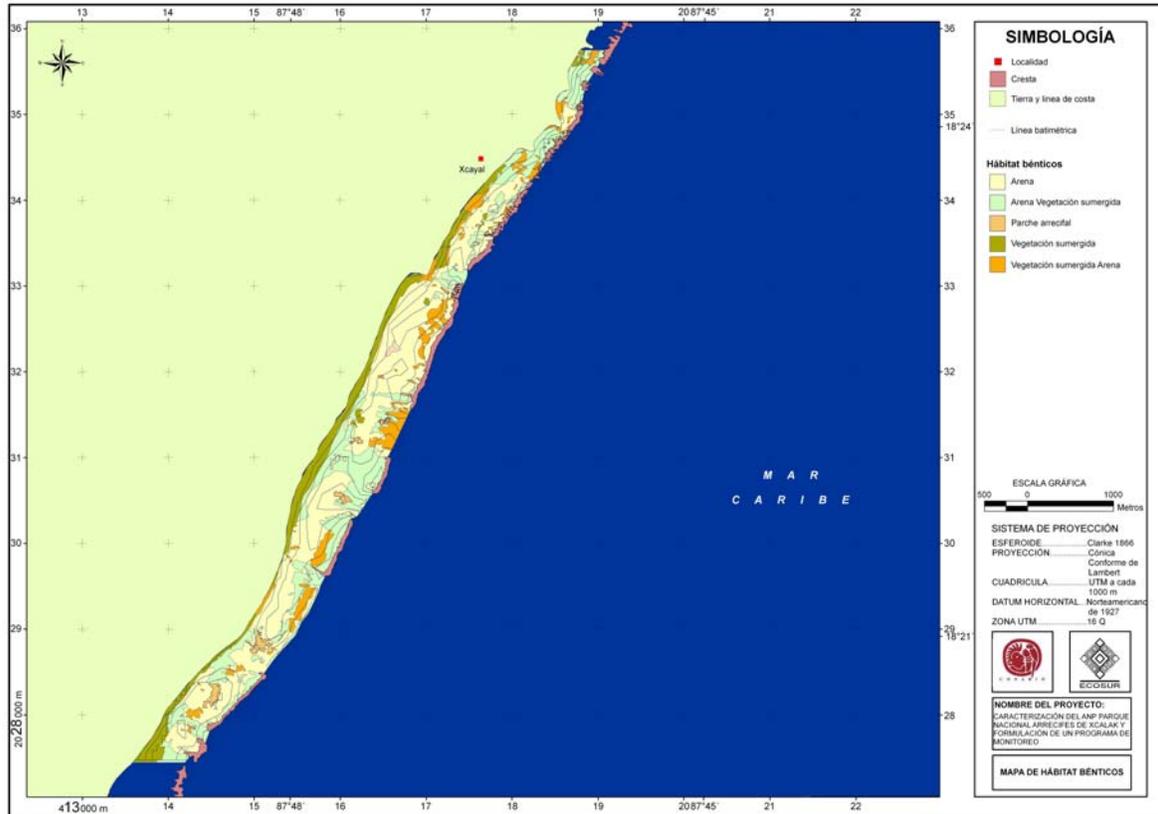


Figura 6. Mapa de hábitats bénticos del segmento 3. Escala 1:20,000. La barrera arrecifal se muestra en color rosa; la barra de colores muestra las categorías de los diferentes tipos de hábitats clasificados.

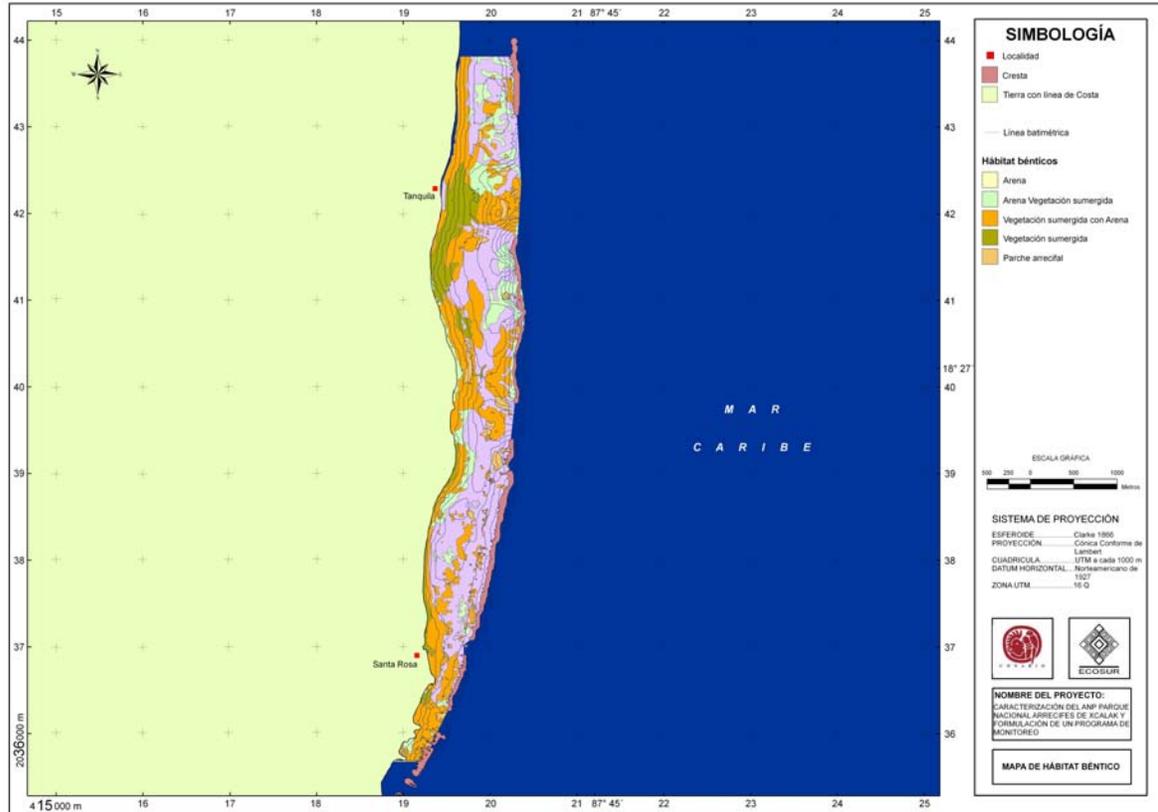


Figura 7. Mapa de hábitats bénticos del segmento 4. Escala 1:20,000. La barrera arrecifal se muestra en color rosa; la barra de colores muestra las categorías de los diferentes tipos de hábitats clasificados.

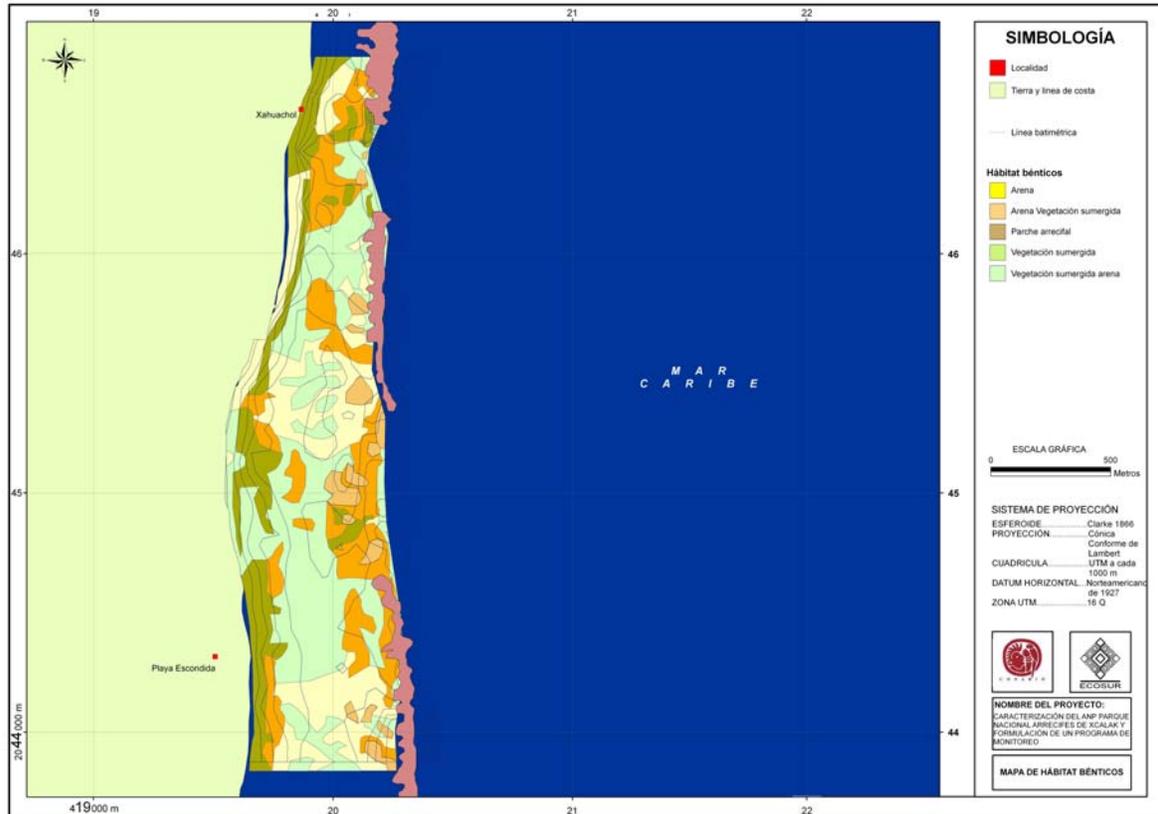


Figura 8. Mapa de hábitats bénticos del segmento 5. Escala 1:20,000. La barrera arrecifal se muestra en color rosa; la barra de colores muestra las categorías de los diferentes tipos de hábitats clasificados.

Conclusiones

El área total de la laguna arrecifal del ANP se clasificó en seis principales hábitats: Cresta arrecifal, Arena, Arena con Vegetación sumergida, Parche arrecifal, Vegetación sumergida y Vegetación sumergida con Arena. En general los tipos de hábitats dominantes fueron Arena con Vegetación sumergida, Vegetación sumergida con Arena y Arena, seguido de extensiones importantes de Vegetación sumergida con una distribución preferencial a < de 1 m de profundidad. La cresta arrecifal es discontinua con varias partes sumergidas a lo largo del ANP, en los aproximadamente 40 km de línea de costa que ocupa el ANP la cresta arrecifal se acerca a la costa en dos puntos; uno en la porción norte del segmento 3 y el segundo en el límite norte del ANP. El hábitat de parche arrecifal ocupó la menor área y su distribución es localizada en ciertas zonas, esta estrechamente asociado a la cresta arrecifal y constituye el arrecife posterior el cual en ciertos segmentos no es diferenciable al estar prácticamente fusionado a la cresta arrecifal. Destacan las lagunas costeras asociadas al sistema arrecifal como son: Bahía de Chetumal a través de los canales de Bcalar Chico y de Zaragoza y Tanquilla a través del canal de Rio Huache. Esta clasificación de hábitats se limitó a las áreas someras del ANP debido a la resolución de la fotografía aérea disponible, imágenes usadas y la logística de campo para la obtención de información. Sin embargo esto constituye un primer esfuerzo sobre el que se puede construir una plataforma de información geográfica sobre la cual adicionar información biológica o evaluar grandes cambios como la pérdida de áreas de vegetación sumergida.

Agradecimientos

Agradecemos la colaboración de la CONANP, especialmente a la M. en C. María del Carmen Rivas directora del Parque Nacional Arrecifes de Xcalak y de la Reserva de la Biósfera de Banco Chinchorro por las facilidades otorgadas durante las mediciones. Al apoyo en campo brindado por Edgar Tovar y Kelly Bolio.

ANEXO 1 Puntos de verificación registrados, entre junio de 2007 y abril de 2008, a lo largo y ancho de la laguna arrecifal del ANP Parque Nacional Arrecifes de Xcalak. Cada punto se georeferenció con un GPS Magellan Meridian Marine DATUM WGS87.

	Latitud N	Longitud W	Zona UTM	UTM E	UTM N	Clasificación
1	18.19951	-87.833402	16Q	411871.16	2012459.09	Arena
2	18.19999	-87.838612	16Q	411320.41	2012515.15	Arena
3	18.21056	-87.832023	16Q	412022.48	2013680.9	Arena
4	18.22168	-87.831622	16Q	412070.43	2014911.15	Arena
5	18.24398	-87.830744	16Q	412174.46	2017377.79	Arena
6	18.26122	-87.826128	16Q	412671.12	2019283.91	Arena
7	18.26624	-87.831186	16Q	412138.95	2019841.84	Arena
8	18.31	-87.826736	16Q	412631.37	2024681.45	Arena
9	18.32154	-87.819357	16Q	413416.92	2025954.21	Arena
10	18.32475	-87.81768	16Q	413595.68	2026309.13	Arena
11	18.50024	-87.758415	16Q	419939.8	2045699.27	Arena
12	18.49055	-87.75643	16Q	420144.85	2044626.5	Arena
13	18.4477	-87.756637	16Q	420103.17	2039885.88	Arena
14	18.42671	-87.763506	16Q	419367.97	2037565.87	Arena
15	18.41244	-87.763932	16Q	419316.28	2035987.21	Arena
16	18.34545	-87.804003	16Q	415051.19	2028593.62	Arena
17	18.34149	-87.80722	16Q	414709.28	2028156.28	Arena
18	18.24855	-87.829314	16Q	412328.01	2017883.15	Parche arrecifal
19	18.29061	-87.829304	16Q	412350.18	2022537.24	Parche arrecifal
20	18.29015	-87.827192	16Q	412573.13	2022484.65	Parche arrecifal
21	18.29051	-87.826393	16Q	412657.83	2022524.19	Parche arrecifal
22	18.29028	-87.825523	16Q	412749.59	2022498.55	Parche arrecifal
23	18.29024	-87.824395	16Q	412868.83	2022494.23	Parche arrecifal
24	18.30883	-87.822068	16Q	413124.08	2024549.46	Parche arrecifal
25	18.30966	-87.822214	16Q	413109.03	2024641.88	Parche arrecifal
26	18.31005	-87.82212	16Q	413119.17	2024684.72	Parche arrecifal
27	18.31224	-87.823665	16Q	412957.01	2024927.33	Parche arrecifal
28	18.31249	-87.823864	16Q	412936.06	2024955.96	Parche arrecifal
29	18.49766	-87.759742	16Q	419798.44	2045414.55	Parche arrecifal
30	18.48584	-87.755905	16Q	420198.05	2044104.78	Parche arrecifal
31	18.47698	-87.758587	16Q	419910.77	2043126.62	Parche arrecifal
32	18.46872	-87.758325	16Q	419934.67	2042212.44	Parche arrecifal
33	18.46844	-87.758582	16Q	419907.3	2042180.61	Parche arrecifal
34	18.44062	-87.757149	16Q	420045.82	2039101.95	Parche arrecifal
35	18.44061	-87.755725	16Q	420196.13	2039100.93	Parche arrecifal
36	18.37088	-87.790973	16Q	416440.22	2031401.06	Parche arrecifal
37	18.3488	-87.803113	16Q	415146.78	2028963.39	Parche arrecifal
38	18.34452	-87.805483	16Q	414894.29	2028490.82	Parche arrecifal
39	18.34059	-87.80885	16Q	414536.59	2028058.07	Parche arrecifal
40	18.33735	-87.809652	16Q	414450.3	2027699.03	Parche arrecifal
41	18.33817	-87.81218	16Q	414183.59	2027791.69	Parche arrecifal
42	18.32948	-87.815211	16Q	413858.96	2026831.36	Parche arrecifal
43	18.32234	-87.822602	16Q	413074.35	2026044.42	Vegetación sumergida

	Latitud N	Longitud W	Zona UTM	UTM E	UTM N	Clasificación
44	18.32088	-87.815827	16Q	413789.59	2025879.53	Vegetación sumergida
45	18.32778	-87.820139	16Q	413337.37	2026645.65	Vegetación sumergida
46	18.51002	-87.758197	16Q	419967.33	2046782.06	Vegetación sumergida
47	18.50612	-87.759078	16Q	419872.45	2046350.9	Vegetación sumergida
48	18.50552	-87.758018	16Q	419984.09	2046283.34	Vegetación sumergida
49	18.49646	-87.761345	16Q	419628.7	2045282.97	Vegetación sumergida
50	18.49087	-87.760882	16Q	419674.9	2044664.31	Vegetación sumergida
51	18.48241	-87.760719	16Q	419688.24	2043727.41	Vegetación sumergida
52	18.47546	-87.761005	16Q	419654.78	2042959.36	Vegetación sumergida
53	18.46774	-87.760368	16Q	419718.45	2042104.21	Vegetación sumergida
54	18.46663	-87.762085	16Q	419536.6	2041982.72	Vegetación sumergida
55	18.46287	-87.761527	16Q	419593.83	2041565.91	Vegetación sumergida
56	18.4617	-87.763361	16Q	419399.61	2041437.37	Vegetación sumergida
57	18.45677	-87.762347	16Q	419504.35	2040891.72	Vegetación sumergida
58	18.45453	-87.759894	16Q	419762.39	2040642.69	Vegetación sumergida
59	18.45089	-87.760258	16Q	419722.23	2040239.47	Vegetación sumergida
60	18.44859	-87.760172	16Q	419730.23	2039985.83	Vegetación sumergida
61	18.44518	-87.761314	16Q	419608.05	2039608.78	Vegetación sumergida
62	18.41955	-87.761707	16Q	419554.64	2036772.8	Vegetación sumergida
63	18.40648	-87.767242	16Q	418963.91	2035328.71	Vegetación sumergida
64	18.3937	-87.777172	16Q	417908.99	2033919.76	Vegetación sumergida
65	18.39147	-87.780955	16Q	417508.34	2033674.17	Vegetación sumergida
66	18.38864	-87.782424	16Q	417351.78	2033362.31	Vegetación sumergida
67	18.37415	-87.791904	16Q	416343.4	2031763.36	Vegetación sumergida
68	18.37079	-87.793901	16Q	416130.78	2031392.31	Vegetación sumergida
69	18.3668	-87.795951	16Q	415912.29	2030952.08	Vegetación sumergida
70	18.36267	-87.798212	16Q	415671.39	2030496.03	Vegetación sumergida
71	18.35683	-87.795779	16Q	415925.65	2029848.2	Vegetación sumergida
72	18.35078	-87.799044	16Q	415577.71	2029180.44	Vegetación sumergida
73	18.34328	-87.806382	16Q	414798.72	2028353.88	Vegetación sumergida
74	18.33847	-87.813294	16Q	414065.99	2027824.97	Vegetación sumergida
75	18.33506	-87.815602	16Q	413820.41	2027448.47	Vegetación sumergida
76	18.24633	-87.832817	16Q	411956.54	2017639.03	Vegetación sumergida
77	18.25851	-87.834945	16Q	411737.73	2018987.83	Vegetación sumergida
78	18.29952	-87.825537	16Q	412752.75	2023521.44	Vegetación sumergida
79	18.19294	-87.842902	16Q	410863.13	2011736.74	Vegetación sumergida
80	18.19316	-87.840041	16Q	411165.76	2011759.76	Vegetación sumergida
81	18.19428	-87.834595	16Q	411742.28	2011881.09	Vegetación sumergida
82	18.20034	-87.842225	16Q	410938.49	2012554.79	Vegetación sumergida
83	18.20447	-87.837019	16Q	411491.15	2013009.69	Vegetación sumergida
84	18.20569	-87.841422	16Q	411026.07	2013146.14	Vegetación sumergida
85	18.20631	-87.837818	16Q	411407.54	2013214.06	Vegetación sumergida
86	18.20839	-87.836589	16Q	411538.51	2013442.85	Vegetación sumergida
87	18.20968	-87.841001	16Q	411072.72	2013588.35	Vegetación sumergida
88	18.21645	-87.840772	16Q	411100.29	2014337.03	Vegetación sumergida
89	18.21673	-87.838101	16Q	411382.87	2014366.12	Vegetación sumergida
90	18.21721	-87.8341	16Q	411806.23	2014417.33	Vegetación sumergida
91	18.22028	-87.83771	16Q	411425.99	2014759.14	Vegetación sumergida
92	18.22255	-87.840672	16Q	411113.99	2015011.55	Vegetación sumergida

	Latitud N	Longitud W	Zona UTM	UTM E	UTM N	Clasificación
93	18.22225	-87.836199	16Q	411586.82	2014976.57	Vegetación sumergida
94	18.22449	-87.836344	16Q	411572.58	2015224.02	Vegetación sumergida
95	18.22875	-87.840264	16Q	411160.26	2015697.63	Vegetación sumergida
96	18.23531	-87.839161	16Q	411280.23	2016423.51	Vegetación sumergida
97	18.24051	-87.837858	16Q	411420.63	2016997.38	Vegetación sumergida
98	18.24205	-87.833388	16Q	411893.97	2017166.33	Vegetación sumergida
99	18.24476	-87.836772	16Q	411537.59	2017467.57	Vegetación sumergida
100	18.24827	-87.834544	16Q	411774.92	2017855.19	Vegetación sumergida
101	18.24877	-87.832335	16Q	412008.71	2017908.56	Vegetación sumergida
102	18.25159	-87.832464	16Q	411996.51	2018220.63	Vegetación sumergida
103	18.25368	-87.835265	16Q	411701.48	2018454.05	Vegetación sumergida
104	18.25441	-87.831838	16Q	412064.14	2018532.43	Vegetación sumergida
105	18.25836	-87.827835	16Q	412489.29	2018968.17	Vegetación sumergida
106	18.26166	-87.832268	16Q	412022.28	2019335.52	Vegetación sumergida
107	18.26121	-87.829211	16Q	412345.25	2019284.22	Vegetación sumergida
108	18.26892	-87.833903	16Q	411853.1	2020139.59	Vegetación sumergida
109	18.27138	-87.830184	16Q	412247.5	2020409.22	Vegetación sumergida
110	18.27341	-87.833461	16Q	411902.14	2020635.69	Vegetación sumergida
111	18.27977	-87.827688	16Q	412515.56	2021337.19	Vegetación sumergida
112	18.28532	-87.833193	16Q	411936.43	2021953.9	Vegetación sumergida
113	18.28398	-87.829527	16Q	412323.29	2021803.38	Vegetación sumergida
114	18.28289	-87.826404	16Q	412652.86	2021681.63	Vegetación sumergida
115	18.30076	-87.829624	16Q	412321.41	2023660.66	Vegetación sumergida
116	18.30579	-87.828433	16Q	412449.89	2024215.79	Vegetación sumergida
117	18.24405	-87.833348	16Q	411899.29	2017387.34	Vegetación sumergida
118	18.21035	-87.837092	16Q	411486.32	2013660.48	Vegetación sumergida
119	18.25563	-87.831968	16Q	412051	2018668.31	Vegetación sumergida
120	18.25867	-87.831325	16Q	412120.46	2019003.43	Vegetación sumergida
121	18.25993	-87.830833	16Q	412173.1	2019142.58	Vegetación sumergida
122	18.27743	-87.833001	16Q	411952.75	2021080.96	Vegetación sumergida
123	18.28062	-87.830621	16Q	412205.91	2021432.41	Vegetación sumergida
124	18.27984	-87.827787	16Q	412505.13	2021344.23	Vegetación sumergida
125	18.28235	-87.83027	16Q	412243.92	2021623.33	Vegetación sumergida
126	18.29879	-87.822189	16Q	413106.28	2023439.1	Vegetación sumergida
127	18.23439	-87.831578	16Q	412081.5	2016317.61	Arena vegetación sumergida
128	18.23776	-87.834725	16Q	411750.45	2016691.65	Arena vegetación sumergida
129	18.27547	-87.831635	16Q	412096.19	2020863.23	Arena vegetación sumergida
130	18.28764	-87.829514	16Q	412326.43	2022208.53	Arena vegetación sumergida
131	18.29334	-87.827661	16Q	412525.14	2022838.31	Arena vegetación sumergida
132	18.31922	-87.821122	16Q	413229.21	2025698.7	Arena vegetación sumergida
133	18.48856	-87.758357	16Q	419940.44	2044407.16	Arena vegetación sumergida
134	18.43709	-87.760224	16Q	419719.4	2038712.58	Arena vegetación sumergida
135	18.43354	-87.760852	16Q	419651.44	2038320.33	Arena vegetación sumergida
136	18.42425	-87.761669	16Q	419560.83	2037293.17	Arena vegetación sumergida
137	18.4227	-87.760936	16Q	419637.59	2037121.64	Arena vegetación sumergida
138	18.40273	-87.769601	16Q	418712.98	2034915.27	Arena vegetación sumergida
139	18.40138	-87.769461	16Q	418727.19	2034765.71	Arena vegetación sumergida
140	18.39999	-87.770874	16Q	418577.2	2034612.44	Arena vegetación sumergida
141	18.39831	-87.772152	16Q	418441.52	2034427.43	Arena vegetación sumergida

	Latitud N	Longitud W	Zona UTM	UTM E	UTM N	Clasificación
142	18.39607	-87.775272	16Q	418110.86	2034180.62	Arena vegetación sumergida
143	18.39344	-87.779044	16Q	417711.18	2033891.84	Arena vegetación sumergida
144	18.38141	-87.786422	16Q	416926.01	2032563.68	Arena vegetación sumergida
145	18.37916	-87.787059	16Q	416857.68	2032314.88	Arena vegetación sumergida
146	18.37696	-87.788016	16Q	416755.53	2032071.78	Arena vegetación sumergida
147	18.3743	-87.78924	16Q	416624.96	2031778.56	Arena vegetación sumergida
148	18.37266	-87.790241	16Q	416518.32	2031597.18	Arena vegetación sumergida
149	18.3612	-87.796212	16Q	415882.01	2030332.43	Arena vegetación sumergida
150	18.36062	-87.794265	16Q	416087.43	2030267.48	Arena vegetación sumergida
151	18.36023	-87.796993	16Q	415799.06	2030224.96	Arena vegetación sumergida
152	18.35841	-87.797159	16Q	415780.58	2030023.8	Arena vegetación sumergida
153	18.35291	-87.799974	16Q	415480.5	2029416.3	Arena vegetación sumergida
154	18.35	-87.802547	16Q	415207.24	2029096.37	Arena vegetación sumergida
155	18.34864	-87.802141	16Q	415249.45	2028944.88	Arena vegetación sumergida
156	18.34011	-87.806986	16Q	414733.37	2028003.43	Arena vegetación sumergida
157	18.22897	-87.83055	16Q	412187.49	2015717.71	Arena vegetación sumergida
158	18.23263	-87.835412	16Q	411675.3	2016124.12	Arena vegetación sumergida
159	18.27631	-87.82975	16Q	412295.79	2020955.29	Arena vegetación sumergida
160	18.31189	-87.823162	16Q	413009.96	2024888.61	Arena vegetación sumergida
161	18.47774	-87.756832	16Q	420096.43	2043208.96	Arena vegetación sumergida
162	18.44562	-87.755397	16Q	420233.14	2039654.67	Arena vegetación sumergida
163	18.42673	-87.761363	16Q	419594.29	2037567.66	Arena vegetación sumergida
164	18.41866	-87.763065	16Q	419410.85	2036675.56	Arena vegetación sumergida
165	18.41086	-87.766057	16Q	419091.19	2035812.82	Arena vegetación sumergida
166	18.39645	-87.776208	16Q	418012.17	2034223.19	Arena vegetación sumergida
167	18.36885	-87.791915	16Q	416339.68	2031176.4	Arena vegetación sumergida
168	18.35259	-87.801169	16Q	415354.09	2029381.75	Arena vegetación sumergida
169	18.22926	-87.83617	16Q	411593.42	2015752.12	Arena vegetación sumergida
170	18.24025	-87.834069	16Q	411821.09	2016967.4	Arena vegetación sumergida
171	18.25468	-87.827732	16Q	412498.28	2018560.53	Arena vegetación sumergida
172	18.26887	-87.830222	16Q	412242.23	2020131.82	Arena vegetación sumergida
173	18.26801	-87.826702	16Q	412613.87	2020034.87	Arena vegetación sumergida
174	18.27537	-87.827235	16Q	412561.26	2020849.7	Arena vegetación sumergida
175	18.27836	-87.830084	16Q	412261.58	2021181.64	Arena vegetación sumergida
176	18.29167	-87.83183	16Q	412083.73	2022655.13	Arena vegetación sumergida
177	18.29678	-87.830747	16Q	412200.79	2023220.82	Arena vegetación sumergida
178	18.2945	-87.823695	16Q	412944.99	2022964.71	Arena vegetación sumergida
179	18.29877	-87.827328	16Q	412563.12	2023439.39	Arena vegetación sumergida
180	18.3025	-87.82503	16Q	412807.84	2023850.55	Arena vegetación sumergida
181	18.30469	-87.825137	16Q	412797.63	2024093.07	Arena vegetación sumergida
182	18.3077	-87.824708	16Q	412844.45	2024425.84	Arena vegetación sumergida
183	18.30909	-87.823726	16Q	412948.95	2024578.94	Arena vegetación sumergida
184	18.31403	-87.818992	16Q	413451.7	2025123.73	Arena vegetación sumergida
185	18.50845	-87.756608	16Q	420134.34	2046607.18	Arena vegetación sumergida
186	18.50419	-87.758038	16Q	419981.39	2046136.51	Arena vegetación sumergida
187	18.50321	-87.757946	16Q	419990.66	2046028.69	Arena vegetación sumergida
188	18.49091	-87.758867	16Q	419887.7	2044667.9	Arena vegetación sumergida
189	18.47764	-87.757526	16Q	420023.1	2043198.6	Arena vegetación sumergida
190	18.47494	-87.755564	16Q	420228.97	2042899.35	Arena vegetación sumergida

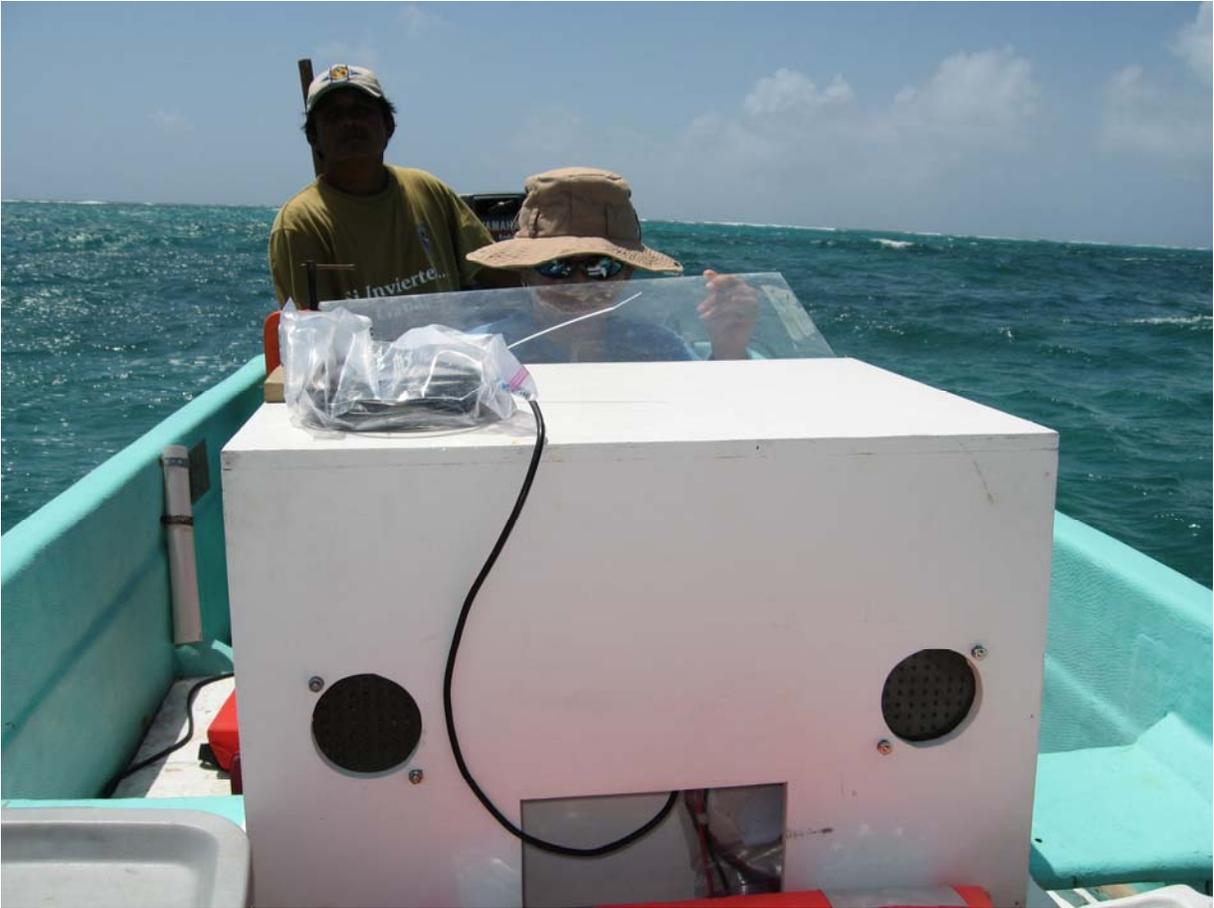
	Latitud N	Longitud W	Zona UTM	UTM E	UTM N	Clasificación
191	18.47071	-87.756163	16Q	420163.82	2042431.42	Arena vegetación sumergida
192	18.46886	-87.758127	16Q	419955.58	2042226.9	Arena vegetación sumergida
193	18.46326	-87.75669	16Q	420104.69	2041607.39	Arena vegetación sumergida
194	18.45957	-87.7595	16Q	419806.27	2041200.13	Arena vegetación sumergida
195	18.45545	-87.759157	16Q	419840.58	2040744.3	Arena vegetación sumergida
196	18.45427	-87.757646	16Q	419999.63	2040612.33	Arena vegetación sumergida
197	18.44851	-87.755688	16Q	420203.71	2039974.82	Arena vegetación sumergida
198	18.44616	-87.758785	16Q	419875.54	2039716.53	Arena vegetación sumergida
199	18.44129	-87.758281	16Q	419926.52	2039176.55	Arena vegetación sumergida
200	18.43539	-87.760754	16Q	419662.7	2038525.61	Arena vegetación sumergida
201	18.43335	-87.764037	16Q	419314.93	2038300.45	Arena vegetación sumergida
202	18.43067	-87.76418	16Q	419298.68	2038004.91	Arena vegetación sumergida
203	18.43051	-87.761634	16Q	419567.46	2037985.61	Arena vegetación sumergida
204	18.42799	-87.761722	16Q	419556.95	2037706.58	Arena vegetación sumergida
205	18.42667	-87.759438	16Q	419797.61	2037560.08	Arena vegetación sumergida
206	18.42542	-87.761858	16Q	419541.46	2037422.29	Arena vegetación sumergida
207	18.42373	-87.760021	16Q	419734.65	2037234.22	Arena vegetación sumergida
208	18.41769	-87.762498	16Q	419470.23	2036567.15	Arena vegetación sumergida
209	18.41581	-87.763143	16Q	419401.25	2036359.89	Arena vegetación sumergida
210	18.40915	-87.765721	16Q	419125.79	2035623.74	Arena vegetación sumergida
211	18.40806	-87.767658	16Q	418920.76	2035503.99	Arena vegetación sumergida
212	18.40392	-87.769956	16Q	418676.04	2035047.08	Arena vegetación sumergida
213	18.40337	-87.768293	16Q	418851.47	2034985.58	Arena vegetación sumergida
214	18.39388	-87.775308	16Q	418106.04	2033938.9	Arena vegetación sumergida
215	18.39238	-87.777913	16Q	417830.09	2033773.46	Arena vegetación sumergida
216	18.39166	-87.776847	16Q	417942.36	2033693.74	Arena vegetación sumergida
217	18.39142	-87.779139	16Q	417700.1	2033668.22	Arena vegetación sumergida
218	18.38291	-87.787958	16Q	416764.45	2032730.32	Arena vegetación sumergida
219	18.37985	-87.784159	16Q	417164.3	2032390.65	Arena vegetación sumergida
220	18.36502	-87.793486	16Q	416171.85	2030753.79	Arena vegetación sumergida
221	18.36331	-87.794215	16Q	416094.06	2030564.71	Arena vegetación sumergida
222	18.35955	-87.799126	16Q	415573.29	2030150.56	Arena vegetación sumergida
223	18.35569	-87.80034	16Q	415443.16	2029724.97	Arena vegetación sumergida
224	18.35458	-87.799201	16Q	415562.98	2029601.48	Arena vegetación sumergida
225	18.33272	-87.814294	16Q	413957.46	2027188.85	Arena vegetación sumergida
226	18.27313	-87.830567	16Q	412207.87	2020604.01	Arena vegetación sumergida
227	18.2958	-87.827889	16Q	412502.3	2023111.17	Arena vegetación sumergida
228	18.3041	-87.821635	16Q	413167.46	2024026.24	Arena vegetación sumergida
229	18.50981	-87.757499	16Q	420040.85	2046758.16	Arena vegetación sumergida
230	18.48631	-87.758453	16Q	419929.29	2044158.92	Arena vegetación sumergida
231	18.47036	-87.759816	16Q	419777.91	2042394.44	Arena vegetación sumergida
232	18.3957	-87.77407	16Q	418237.64	2034140.01	Arena vegetación sumergida
233	18.4865	-87.760565	16Q	419706.43	2044180.28	Vegetación sumergida arena
234	18.43231	-87.760616	16Q	419675.74	2038184.17	Vegetación sumergida arena
235	18.28204	-87.833416	16Q	411911.19	2021590.85	Vegetación sumergida arena
236	18.31565	-87.82524	16Q	412792.25	2025306	Vegetación sumergida arena
237	18.50344	-87.759055	16Q	419873.68	2046053.68	Vegetación sumergida arena
238	18.5021	-87.758177	16Q	419965.72	2045905.93	Vegetación sumergida arena
239	18.50049	-87.759838	16Q	419789.66	2045727.82	Vegetación sumergida arena

	Latitud N	Longitud W	Zona UTM	UTM E	UTM N	Clasificación
240	18.47516	-87.758968	16Q	419869.74	2042924.72	Vegetación sumergida arena
241	18.47087	-87.762174	16Q	419529.19	2042451.19	Vegetación sumergida arena
242	18.46629	-87.759898	16Q	419767.44	2041943.46	Vegetación sumergida arena
243	18.45359	-87.761299	16Q	419613.54	2040538.88	Vegetación sumergida arena
244	18.45441	-87.754842	16Q	420295.77	2040627.46	Vegetación sumergida arena
245	18.45176	-87.755312	16Q	420244.94	2040333.58	Vegetación sumergida arena
246	18.44868	-87.757158	16Q	420048.53	2039994.65	Vegetación sumergida arena
247	18.44338	-87.758063	16Q	419950.54	2039407.54	Vegetación sumergida arena
248	18.44117	-87.760682	16Q	419672.93	2039164.52	Vegetación sumergida arena
249	18.43735	-87.762922	16Q	419434.65	2038742.84	Vegetación sumergida arena
250	18.43023	-87.758749	16Q	419871.95	2037953.21	Vegetación sumergida arena
251	18.42694	-87.764046	16Q	419311.07	2037591.58	Vegetación sumergida arena
252	18.42644	-87.759577	16Q	419782.75	2037534.4	Vegetación sumergida arena
253	18.42451	-87.763249	16Q	419394.06	2037322.71	Vegetación sumergida arena
254	18.42185	-87.762168	16Q	419506.99	2037027.34	Vegetación sumergida arena
255	18.42079	-87.76148	16Q	419579.18	2036910.3	Vegetación sumergida arena
256	18.41511	-87.76406	16Q	419304.04	2036282.25	Vegetación sumergida arena
257	18.3899	-87.779863	16Q	417622.91	2033500.56	Vegetación sumergida arena
258	18.36712	-87.793318	16Q	416190.57	2030985.74	Vegetación sumergida arena
259	18.35593	-87.798108	16Q	415679.14	2029749.65	Vegetación sumergida arena
260	18.35533	-87.800333	16Q	415443.71	2029684.89	Vegetación sumergida arena
261	18.3536	-87.798008	16Q	415688.53	2029492.17	Vegetación sumergida arena
262	18.34766	-87.801065	16Q	415362.71	2028836.74	Vegetación sumergida arena
263	18.34717	-87.804596	16Q	414989.32	2028783.26	Vegetación sumergida arena
264	18.3462	-87.806227	16Q	414816.49	2028677.33	Vegetación sumergida arena
265	18.3435	-87.804039	16Q	415046.37	2028377.39	Vegetación sumergida arena
266	18.33777	-87.811088	16Q	414298.77	2027747.13	Vegetación sumergida arena
267	18.3286	-87.819419	16Q	413413.88	2026736.42	Vegetación sumergida arena
268	18.46184	-87.760367	16Q	419715.81	2041451.84	Vegetación sumergida arena
269	18.37868	-87.789779	16Q	416570.1	2032263.67	Vegetación sumergida arena

ANEXO 2. Memoria fotográfica ilustrando las diferentes etapas del proyecto



Mosaico de fotografía aérea, de donde se identificaron inicialmente los diferentes hábitats clasificados, correspondiente al límites sur del ANP, en donde se observa el canal de Zaragoza y parte de la laguna arrecifal con vegetación sumergida (Foto: SEMAR)



Verificación en campo de los diferentes hábitats identificados en la fotografía aérea y georeferenciación de los puntos de verificación simultaneo a los recorridos con ecosonda para el registro batimétrico del ANP. (Foto: Héctor Hernández Arana)



Verificación en campo de los diferentes hábitats identificados en la fotografía aérea y georeferenciación de los puntos de verificación. La foto corresponde al área de Xahuayxol, en el límite norte del ANP en donde se aprecia substrato duro correspondiente a parches de coral. (Foto: Héctor Hernández Arana)



Verificación en campo (desde tierra) de los diferentes hábitats identificados en la fotografía aérea y georeferenciación de los puntos de verificación. La foto corresponde al área al sur de Xahuayxol, en el límite norte del ANP en donde se aprecia, durante un evento de marea baja, substrato arenoso y vegetación acuática sumergida. (Foto: Héctor Hernández Arana)



Verificación en campo de los diferentes hábitats identificados en la fotografía aérea y georeferenciación de los puntos de verificación. La foto corresponde al área de canal de Zaragoza, en el límite sur del ANP en donde se aprecia hábitat de substrato arenoso y vegetación acuática sumergida. (Foto: Héctor Hernández Arana)

EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR UNIDAD CHETUMAL



COMISIÓN NACIONAL PARA EL USO Y CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD

**DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL SISTEMA ARRECIFAL: METEOROLOGÍA E
HIDROGRAFÍA**

Dra. Laura E. Carrillo Bibriezca (Responsable)

L.C.C. Mario Yescas (Colaborador)

Chetumal, Quintana Roo agosto de 2009

Índice

Lista de Tablas	.....	74
Lista de Figuras	.....	74
Introducción	.....	75
Materiales y Métodos	.....	75
Procesamiento	.....	77
Resultados	.....	79
Comentarios y síntesis de resultados	.....	84
Agradecimientos	.....	85
Literatura citada	.....	85

Lista de Tablas

Tabla 1. Especificaciones de los termistores HOBO modelo HOBO Water Temp Pro Logger marca Onset.

Tabla 2. Valores medios, máximos, mínimos y desviaciones estándar de: temperatura ambiental ($^{\circ}$ C), temperatura del agua ($^{\circ}$ C), magnitud (m/s) y dirección del viento (grados azimut).

Lista de Figuras

Figura 1. Localización del área de estudio, región costera frente a la población de Xcalak, Quintana Roo. Se muestra la ubicación de los termistores instalados en la laguna arrecifal (sitios T1 y T2) y la estación meteorológica (MET).

Figura 2. Serie de tiempo de la temperatura del agua ($^{\circ}$ C) en el sitio 1 Xcalak, Quintana Roo del 1ro de mayo al 21 de agosto 2007.

Figura 3. Serie de tiempo de la temperatura del agua ($^{\circ}$ C) en el sitio 2 Xcalak, Quintana Roo del 1ro de mayo al 21 de agosto 2007.

Figura 4. Serie de tiempo de la temperatura ambiental ($^{\circ}$ C) en Xcalak, Quintana Roo del 1ro de mayo al 21 de agosto 2007.

Figura 5. Rosa de vientos indicando la dirección y frecuencia de vientos de acuerdo a su magnitud. La dirección del viento es de acuerdo a la convención meteorológica.

Figura 6. Serie de tiempo del periodo del 28 de junio al 21 de agosto 2007 de a) magnitud (m s^{-1}) y b) dirección del viento (grados azimut). La convención meteorológica es utilizada para la dirección del viento. La línea horizontal en color rojo indica la magnitud de 5 m/s).

Figura 7. Diagrama T-S mostrando valores de temperatura y salinidad correspondientes a la región de Xcalak. Las líneas muestran valores de igual densidad. Temperatura en grados centígrados, salinidad en unidades prácticas de salinidad.

Descripción física del sistema arrecifal: Meteorología e Hidrografía

Dra. Laura E. Carrillo Bibriezca (Responsable),

L.C.C. Mario Yescas (Colaborador)

Introducción

En el presente documento se reporta la información meteorológica e hidrográfica obtenida en el Parque Nacional Arrecifes de Xcalak (PNAX) como parte de los objetivos de caracterización física del sistema arrecifal del informe del proyecto “Caracterización del ANP Parque Nacional Arrecifes de Xcalak y formulación de un programa de monitoreo”. Esta información se presenta en series de tiempo y datos estadísticos de dirección y magnitud del viento, temperatura ambiental, temperatura del agua y las características de salinidad y temperatura en diagramas T-S.

Materiales y Métodos

Registros de temperatura del agua

Para la obtención de datos de temperatura del mar se utilizaron dos termistores HOBO modelo HOBO Water Temp Pro Logger marca Onset con las especificaciones que se muestran en la Tabla 1. Los termistores fueron instalados en dos localidades dentro de la laguna arrecifal (Figura 1) colocados a 2.5 m de profundidad. La posición geográfica del sensor de temperatura T1, fue 18.265° latitud norte y 87.829° longitud oeste; mientras que el sensor de temperatura T2, se ubicó a 18.268° latitud norte y 87.828° longitud oeste. Los instrumentos fueron programados para obtener registros cada hora. Los registros de datos se interrumpieron a partir del 21 de Agosto 2007, debido a que el Huracán Dean de categoría 5 afectó a los instrumentos.

Table 1. Especificaciones de los termistores HOBO modelo HOBO Water Temp Pro Logger marca Onset.

Rango de medición	0 - 50 °C
Profundidad máxima	120 m
Resolución	0.02 a 25 °C
Presición	± 0.2 °C

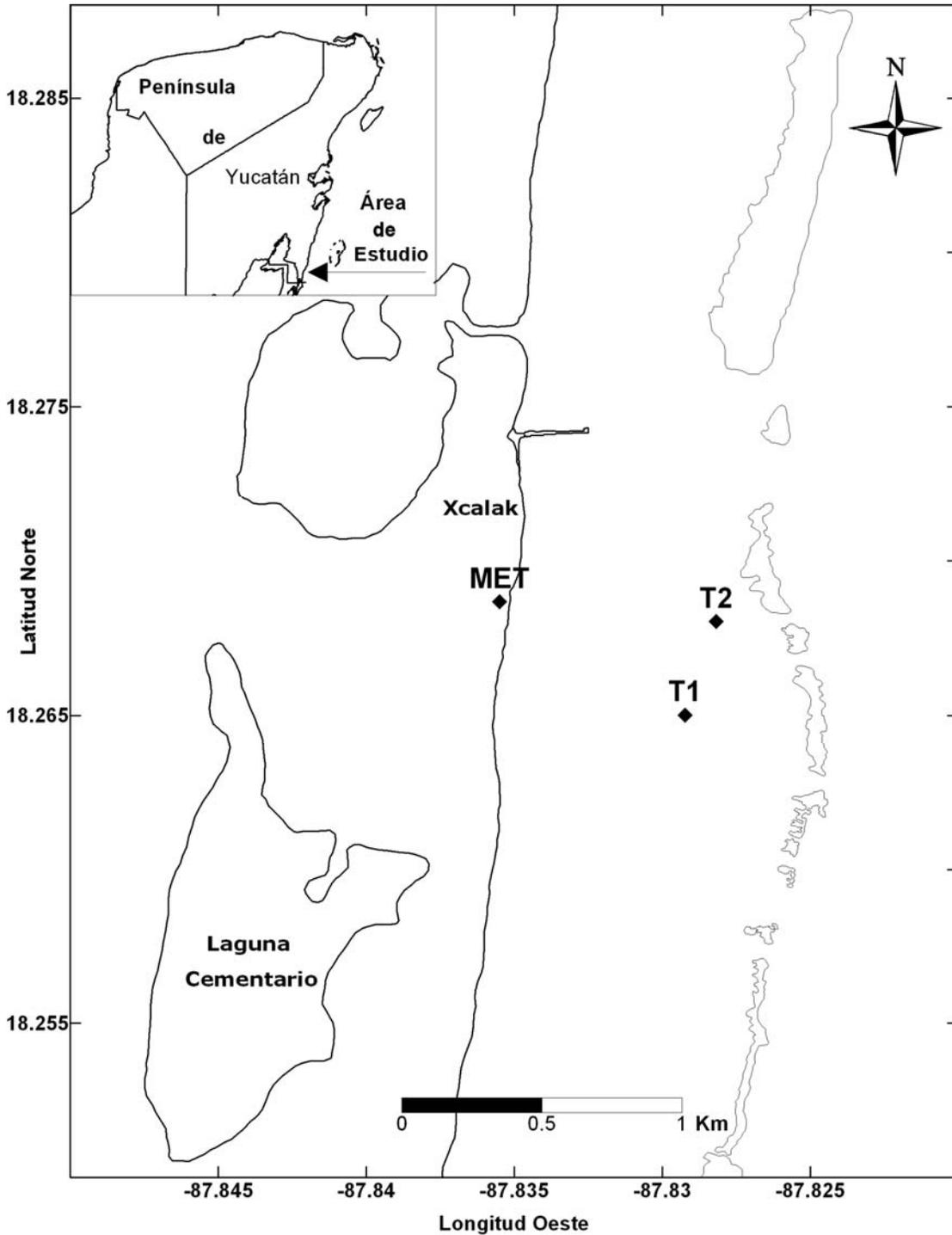


Figura 1. Localización del área de estudio, región costera frente a la población de Xcalak, Quintana Roo. Se muestra la ubicación de los termistores instalados en la laguna arrecifal (sitios T1 y T2) y la estación meteorológica (MET).

Registro de datos meteorológicos Los datos meteorológicos provienen de la estación meteorológica costera de ECOSUR en Xcalak localizada a los 18.268° latitud norte y 87.835° longitud oeste (Figura 1). Esta se encuentra instalada en el techo del edificio de la Comisión Natural de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) a una distancia aproximada de 10 m de altura y a 30 metros de la línea de costa. Esta estación es marca Onset y contiene sensores de viento (dirección y magnitud del viento), así como de temperatura ambiental. La estación funciona de manera autónoma registrando la información en su memoria, por lo que es necesario extraer la información y darle mantenimiento continuamente por estar expuesta a condiciones de vientos de brisa constantes. Los registros de datos meteorológicos fueron interrumpidos a partir de Agosto 2007, debido a que el Huracán Dean (con categoría 5) destruyó la estación.

Datos hidrográficos No fue posible obtener observaciones de temperatura y salinidad durante el periodo de muestreo en campo; sin embargo, se analizaron datos de Temperatura y Salinidad de campañas realizadas en la laguna arrecifal de Xcalak durante 2005-2006. Estos datos pertenecen al grupo de trabajo de oceanografía física de ECOSUR. Fueron colectados utilizando un CTD (CTD por sus siglas en inglés Conductivity Temperature Depth) Seabird SBE 25.

Procesamiento

Registros de temperatura del agua

Se recuperaron los termistores y se extrajo la información a la computadora por medio del software proporcionado por el fabricante BoxCar Pro versión 4.3. Posteriormente se les aplicó un filtro de promedios corridos cada 24 h utilizando programas elaborados en lenguaje Matlab versión 7.1.

Registro de datos meteorológicos

Los datos meteorológicos fueron recuperados de la memoria de almacenamiento de la estación meteorológica utilizando una interfase serial conectado a una computadora con el software de comunicación BoxCar Pro versión 4.3. Posteriormente, a los datos extraídos se les aplica un filtro de promedios corridos cada 24 h utilizando programas elaborados en lenguaje Matlab versión 7.1.

Datos hidrográficos

Los datos hidrográficos fueron procesados de la siguiente manera. Los datos de CTD se extraen siguiendo las instrucciones sugeridas por el fabricante indicadas

en el manual del usuario (Sea-Bird electronics, 2005). Posteriormente se procesaron utilizando el software SBE DataProcessing-Win32. Posteriormente se transformaron los archivos extraídos del CTD de formato hexagesimal a ASCII con unidades de ingeniería. Se aplica un filtro y se avanzan las mediciones en tiempo, con respecto a las mediciones de presión. En este caso, se avanzó la conductividad 0.1 s y el voltaje de oxígeno 2.5 s relativos a la presión para corregir el atraso en los sensores y asegura que las mediciones pertenezcan a la misma parcela de agua. Se aplicó un filtrado pasabajo con tiempo constante de 0.15 s al parámetro de presión. Se realiza una corrección de datos malos asociados a cambios en el descenso, ascenso del CTD o interrupciones durante el lance. Finalmente se utiliza la función BIN AVERAGE del SBE DataProcessing-Win32 para promediar los datos de cada una de las variables de acuerdo a la profundidad.

Resultados

Temperatura del agua

En las Figura 2 y 3 se muestran las series de tiempo de la temperatura del agua en 2 sitios en Xcalak, Quintana Roo durante el periodo del 1ro de mayo al 21 de agosto 2007 y el periodo del 5 junio al 21 agosto 2007 para los sitios T1 y T2 respectivamente (Figura 1). En el sitio 2 se muestra una discontinuidad en la serie de temperatura correspondiente al día 12 de julio 2007 debido a que se extrajo del agua para dar mantenimiento al equipo. En la Tabla 2 se muestran los valores estadísticos básicos de media, desviación estandar, máximo y mínimo. La temperatura del agua varió de 28.7 a 30.9 °C en el sitio T1 con una media de 29.7 °C, mientras que en el sitio T2 varió de 28.4 a 31.9 °C y su media fue de 29.6. Se puede considerar que los valores de temperatura fueron semejantes en los dos sitios. En las dos gráfica se muestran oscilaciones de la temperatura con periodos submareales (mayores al periodo de la marea) de aproximadamente entre 5-15 días en donde destacan algunos eventos durante el 22 de julio y el 11 de agosto 2007. Es importante destacar que la serie de tiempo fue interrumpida después del paso del Huracán Dean ocurrida el día 21 de agosto 2007.

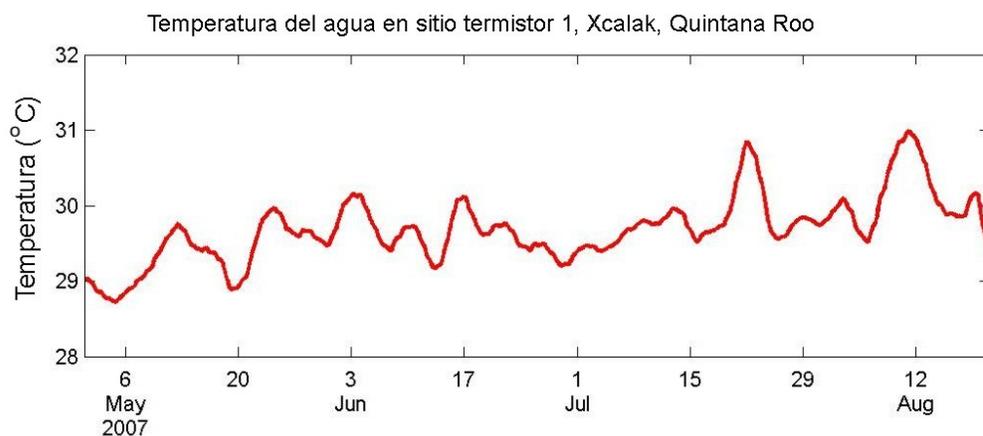


Figura 2. Serie de tiempo de la temperatura del agua (° C) en el sitio 1, Xcalak, Quintana Roo del 1ro de mayo al 21 de agosto 2007.

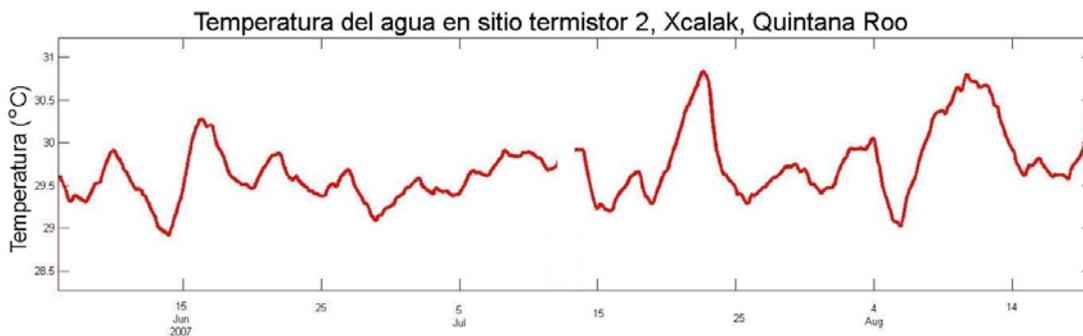


Figura 3. Serie de tiempo de la temperatura del agua (° C) en el sitio 2, Xcalak, Quintana Roo del 1ro de mayo al 21 de agosto 2007.

Tabla 2. Valores medios, máximos, mínimos y desviaciones estándar de: temperatura ambiental (° C), temperatura del agua (° C), magnitud (m/s) y dirección del viento (grados azimut).

Variable	Media	Std	Max	Min	Periodo
Temperatura ambiental	28.5	0.8	29.8	25.3	1 mayo-21 agosto 2007
Temperatura en el agua sitio 1	29.7	0.4	30.9	28.7	1 mayo-21 agosto 2007
Temperatura en el agua sitio 2	29.6	0.5	31.9	28.4	5 junio-21 agosto 2007
Magnitud del Viento	6.4	2.0	10.5	1.6	12 julio-21 agosto 2007
Dirección del Viento	129	27.6	287	63	28 junio-21 agosto 2007

Registro datos meteorológicos

Los datos de temperatura ambiental del periodo del 1ro de mayo al 21 agosto 2007 se muestran en la Figura 4. En la Tabla 2 se encuentran los valores estadísticos básicos de media, desviación estándar, máximo y mínimo. En general, se muestran oscilaciones en la temperatura ambiente de hasta 4 °C con periodos de 3 hasta 15 días, pero predominando oscilaciones de aproximadamente 7 días.

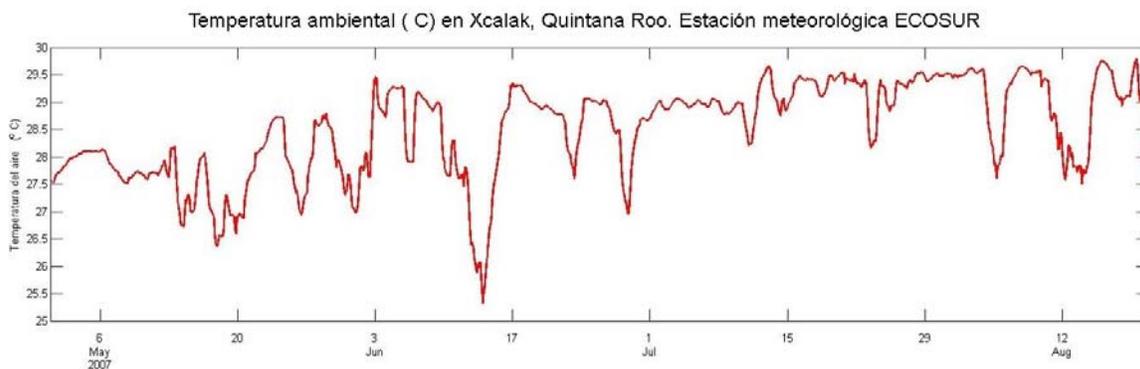


Figura 4. Serie de tiempo de la temperatura ambiental (° C) en Xcalak, Quintana Roo del 1ro de mayo al 21 de agosto 2007.

Los datos de magnitud y dirección del viento para la región de Xcalak se presentan en las figuras 5 y 6. La magnitud del viento se encuentra en metros por segundo (m/s) y la dirección del viento en grados azimut. De esta manera, 0 grados corresponde a la dirección norte, 90 este, 180 sur y 270 oeste. La convención meteorológica es utilizada para la dirección del viento, es decir, la dirección de donde viene el viento. Los datos corresponden al periodo del 28 de junio al 21 de agosto de 2007 debido a problemas con la veleta del sensor de viento en días anteriores al 28 de junio, el paso del huracán Dean ocurrido el 21 de agosto 2007 destruyó la estación meteorológica.

En la Figura 5 se presenta la rosa de vientos que resume la dirección de los vientos y su magnitud. Se observa la predominancia de los vientos de la dirección sureste (SE) mostrando la clara influencia de los vientos alisios en esta zona costera. Los vientos con mayor frecuencia fueron de magnitud 6-7 m/s en dirección SE.

En la serie de tiempo de la magnitud del viento (Figura 6) se muestra que esta se mantuvo arriba de los 5 m/s la mayor parte de tiempo, su media fue de 6.4 m/s,

alcanzando máximos de hasta 10.5 m/s (Tabla 2). Los valores mínimos corresponden a periodos de calma con velocidad del viento de magnitud menor a 1.6 m/s. Se pueden identificar oscilaciones con periodo submareal (> 36 horas) y varios eventos con una magnitud mayor a 9 m/s de los días 15 y 18 de julio y de los días 5 y 16 de agosto 2007.

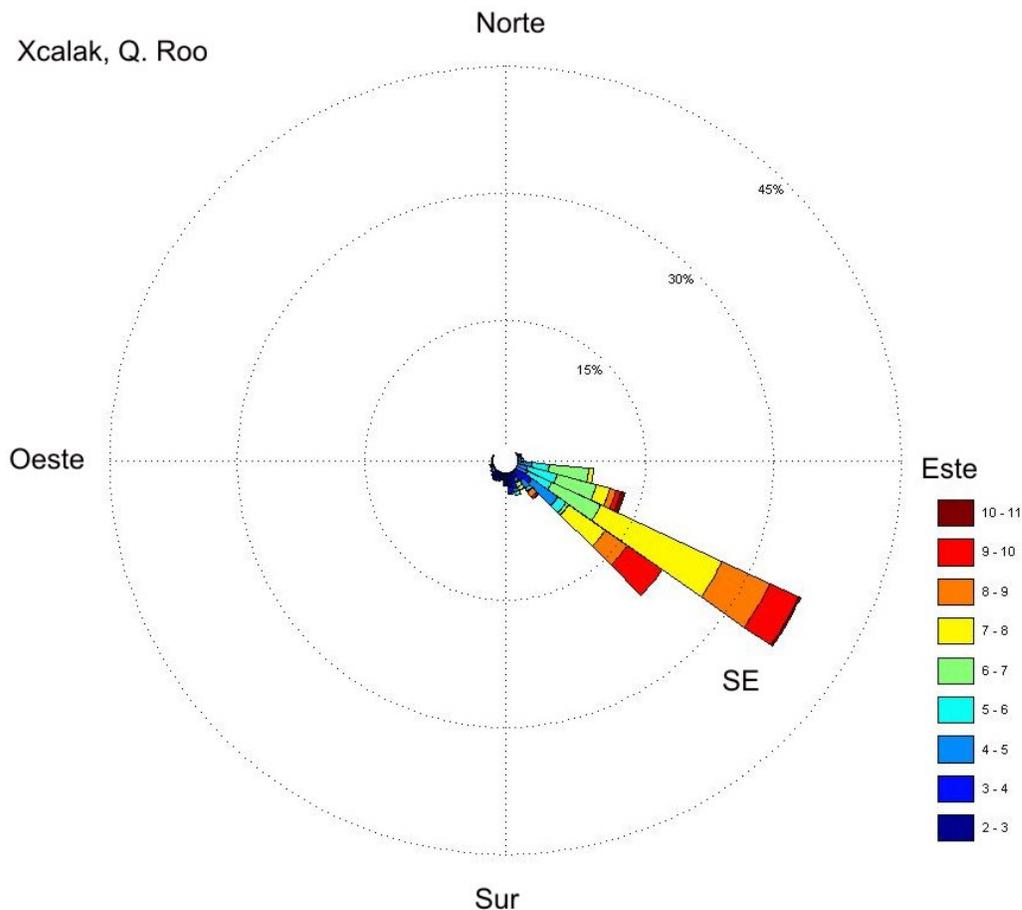


Figura 5. Rosa de vientos indicando la dirección y frecuencia de vientos de acuerdo a su magnitud. La dirección del viento es de acuerdo a la convención meteorológica.

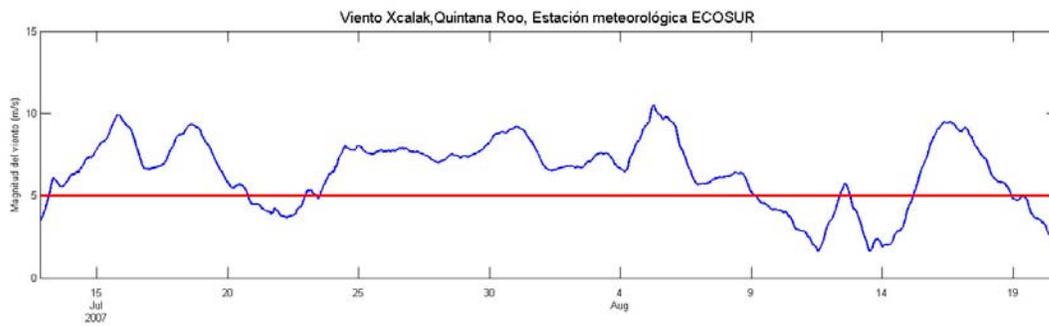


Figura 6. Serie de tiempo del periodo del 28 de junio al 21 de agosto 2007 de a) magnitud (m s^{-1}) y b) dirección del viento (grados azimut). La convención meteorológica es utilizada para la dirección del viento. La línea horizontal en color rojo indica la magnitud de 5 m/s).

Datos hidrográficos

Los datos hidrográficos se presentan por medio de diagramas T-S (Figura 7) que muestran los datos de temperatura y salinidad de campañas realizadas durante 2005-2006 en la región de Xcalak. Las unidades de la temperatura son grados centígrados y en el caso de la salinidad se utiliza unidades prácticas de salinidad (ups). En el diagrama T-S observamos que los valores de salinidad en la laguna arrecifal de Xcalak presentan un rango de 33.2 a 38 ups, sin embargo, el mayor concentrado de sus valores se encuentran entre 35 y 36.4 ups. El rango de la temperatura del agua fue de 31.6 a 28 °C. Los datos hidrográficos de la región de Xcalak presentaron densidades del agua, con valores entre 1021.5 y 1023.5 kg/m^3 con valores extremos de 1020.8 y 1024.4 kg/m^3 .

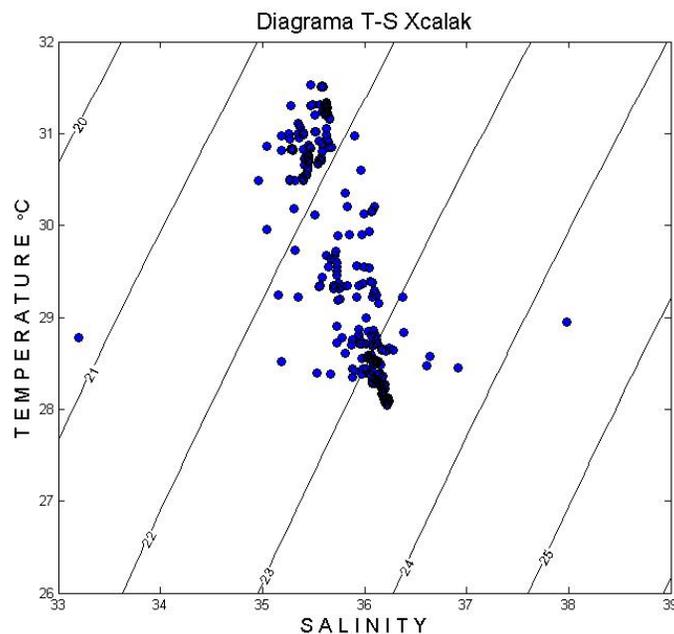


Figura 7. Diagrama T-S mostrando valores de temperatura y salinidad correspondientes a la región de Xcalak. Las líneas muestran valores de igual densidad. Temperatura en grados centígrados, salinidad en unidades prácticas de salinidad.

Comentarios y síntesis de resultados

En términos generales, la temperatura del agua varió de 28.7 a 30.9 °C en el sitio 1 con una media de 29.7 °C, mientras que en el sitio 2 varió de 28.4 a 31.9 °C y su media fue de 29.6. Se observaron oscilaciones de la temperatura con periodos submareales (mayores al periodo de la marea) de aproximadamente entre 5-15 días.

Se observaron oscilaciones en la temperatura ambiente de hasta 4 °C con periodos de 3 hasta 15 días, pero predominando oscilaciones de aproximadamente 7 días. La predominancia de los vientos fue en la dirección sureste con una media de 6.4 m/s, alcanzando máximos de hasta 10.5 m/s. Se presentaron eventos con una magnitud mayor a 9 m/s durante los días 15 y 18 de julio y los días 5 y 16 de agosto 2007.

Los datos hidrográficos de temperatura y salinidad utilizados correspondieron a campañas realizadas durante 2005-2006 en la región de Xcalak. La salinidad varió de 33.2 a 38 ups, sin embargo, el mayor concentrado de sus valores se encuentran entre 35 y 36.4 ups. El rango de la temperatura del agua fue de 31.6 a 28 °C. La densidad del agua, presentó valores entre 1021.5 y 1023.5 kg/m³.

La información presentada en este informe constituye una de las primeras descripciones físicas en zonas arrecifales de la región, en particular de la zona del Parque Nacional Arrecifes de Xcalak. Los parámetros reportados fueron temperatura del agua, magnitud y dirección del viento, temperatura ambiental y datos hidrográficos (temperatura, salinidad y densidad). Durante el periodo de mediciones se presentó el huracán Dean con categoría 5 que devastó gran parte de la zona, por lo que a partir del día 21 de agosto no se cuenta con datos. Las condiciones meteorológicas adversas que se presentan en los sistemas tropicales, como lo son los huracanes, ocasionan pérdidas de infraestructura en la instrumentación que generan discontinuidad de la información. Esto hace que la información física recopilada en un sistema arrecifal tropical, en este caso, del Parque Nacional Arrecifes de Xcalak sea de gran valor y utilidad para futuras investigaciones científicas y para el manejo.

Agradecimientos

Agradecemos la colaboración de la CONANP, especialmente a la M. en C. María del Carmen Rivas directora del Parque Nacional Arrecifes de Xcalak y de la Reserva de la Biósfera de Banco Chinchorro por las facilidades otorgadas durante las mediciones. Al apoyo en campo brindado por Edgar Tovar y José Angel Cohuo. Al centro de pesquerías de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) por permitirnos utilizar el instrumento oceanográfico CTD para la toma de los datos hidrográficos.

Literatura Citada

Sea-Bird Electronics, 2005. *SBE 25 SEALOGGER CTD User's Manual*. Washington, USA. Manual Version #013, 08/03/05.

EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR UNIDAD CHETUMAL



COMISIÓN NACIONAL PARA EL USO Y CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD

**LÍNEA DE BASE DEL CRECIMIENTO DE MACROALGAS DE TAPETE SOBRE EL
CORAL *MONTASTRAEA ANNULARIS* Y UN PROGRAMA DE MONITOREO DE ESE
CRECIMIENTO EN EL PARQUE NACIONAL ARRECIFES DE XCALAK**

**Dr. Julio Espinoza Avalos
(Responsable)**

**Dra. Lizette I. Quan Young, Biól. Humberto Bahena Basave y
M. en C. Neidy P. Cetz Navarro
(Colaboradores)**

Chetumal, Quintana Roo agosto de 2009

Índice

Descripción biológica y ecológica del sistema arrecifal.....	88
Formulación de un programa de monitoreo del avance y retroceso de las algas formadoras de tapete sobre el coral <i>Montastraea annularis</i>	94
Artículo científico publicado: efectos del huracán Dean.....	101
Literatura citada.....	103
Apéndice 1. Comunicaciones con personal de la CONABIO.....	106
Apéndice 2. Relación de imágenes relevantes del trabajo de campo.....	139
Apéndice 3. Artículo científico publicado.....	142

Línea de base del crecimiento de macroalgas de tapete sobre el coral *Montastraea annularis* y un programa de monitoreo de ese crecimiento en el Parque Nacional Arrecifes de Xcalak

Dr. Julio Espinoza Ávalos (Responsable)

Dra. Lizette I. Quan Young, Biól. Humberto Bahena Basave y M. en C. Neidy P. Cetz Navarro
(Colaboradores)

Descripción biológica y ecológica del sistema arrecifal

Identificación de macroalgas que crecen sobre el coral *Montastraea annularis*

El conjunto de cianobacterias y algas que se registraron como colonizadoras del coral *M. annularis* sumó 79 especies (Tabla 1), cantidad superior a las 50 que se esperaba identificar en este proyecto. Como se comprometió, cada especie identificada fue acompañada de una fotografía digital. Toda la información referente a las especies identificadas (georeferencia de los sitios de colecta, nombre de la colección, siglas de la colección y de la institución, nombre del colector, etc.) se plasmó en la versión 4.3 del sistema de información Biótica, haciendo un total de 192 registros curatoriales, virtualmente el doble de los 100 que se comprometieron en este proyecto. Todos los ejemplares se depositaron en el Herbario de El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal (ECOSUR-CH), en la Colección correspondiente (ECO-CH-H).

La identificación de las cianobacterias y algas que se estableció en este proyecto forman una línea de base para establecer posibles cambios futuros en la interacción de macroalgas de tapete con el coral *M. annularis* en las tres localidades de estudio, seleccionadas con base al grado de uso turístico en la zona sur de Quintana Roo: medio, en Xcalak; mínimo, pero con planes de desarrollo, en Xahuaychol; e intenso, en Mahahual. Las dos primeras localidades forman parte del Parque Nacional Arrecifes de Xcalak (PNAX), mientras que el segundo de la Región Prioritaria Marina 67.

El principal grupo funcional de algas que se encontró creciendo sobre el tejido del coral fue el de las filamentosas formadoras de tapete (AFFT) y con predominancia de las Rhodophyta (Tabla 1). Este grupo funcional es el que más comúnmente coloniza a los corales del Mar Caribe, incluyendo el Caribe mexicano, principalmente a especies de coral masivas y de gran tamaño (Kramer 2003, Ruiz-Zárata *et al.* 2003, Roy 2004). En este grupo funcional participan principalmente algas clonales típicas (*sensu* Santelices 2004): adheridas al sustrato en diferentes puntos de un eje postrado y rastrero (con rizoides estoloníferos), de donde crecen ejes erectos, cortos y ramificados.

Para colonizar a *M. annularis*, las algas identificadas en este proyecto seguramente utilizan estrategias activas similares a las que ocupan para colonizar a *M. faveolata*

(especie comprendida en el complejo de *M. annularis*). En esas estrategias, las AFFT modifican su morfología, como un incremento en el espaciamiento (“spacers”) entre ejes erectos (Quan Young 2007). Así, otras algas clonales también modifican este carácter morfológico cuando están expuestas a diferentes condiciones ambientales, de luz (Collado-Vides y Robledo 1999, Collado-Vides 2002, Monro y Poore 2005, Monro *et al.* 2007), plasticidad relacionada por esos autores a las tácticas de búsqueda de recursos que presentan plantas vasculares clonales, que en un ambiente heterogéneo ubican a los rametos en un parche del suelo más favorable (Sutherland y Stillman 1988, De Kroon y Hutchings 1995). De esa manera, las AFFT estarían utilizando la estrategia “guerrilla” (vs. estrategia falange), con mayor capacidad de ocupación del sustrato y habilidad de “muestrear” el ambiente, características fenotípicas comunes en estados sucesionales tempranos y hábitats con disturbio (Lovett-Doust 1981, Ye *et al.* 2006).

Tabla 1. Especies de cianobacterias y algas que se registraron creciendo junto al tejido de colonias del coral *Montastraea annularis* en tres localidades del sur de Quintana Roo.

Especie/Autoridad	LOCALIDAD		
	XCALA K	XAHUAYCHO L	MAHAHUA L
Cyanobacteria			
<i>Dichothrix penicillata</i> Zanardini ex Bornet et Flahault	x	x	
<i>Dichothrix utahensis</i> Tilden	x	x	x
<i>Lyngbya majuscula</i> Harvey ex Gomont	x		x
<i>Lyngbya sordida</i> Gomont	x		x
Rhodophyta			
<i>Amphiroa fragilissima</i> (L.) Lamour.	x	x	x
<i>Anotrichium tenue</i> (C. Agardh) Nägeli	x	x	x
<i>Asparagopsis taxiformis</i> (Delile) Trevis.	x	x	x
<i>Centroceras clavulatum</i> (C. Agardh in Kunth) Mont. in Durieu de Maisonneuve	x	x	x
<i>Ceramium cimbricum</i> H. E. Petersen in Rosenv.	x	x	x
<i>Ceramium cimbricum</i> f. <i>flaccidum</i> (Petersen) Furnari et Serio	x	x	
<i>Ceramium flaccidum</i> (Kützinger) Ardissonne	x	x	x
<i>Champia parvula</i> (C. Agardh) Harv.	x	x	x
<i>Champia parvula</i> var. <i>prostrata</i> L.G. Williams		x	
<i>Champia vieillardii</i> Kütz.	x		
<i>Chondria baileyana</i> (Mont.) Harvey		x	
<i>Chondria cnicophylla</i> (Melvill) De Toni	x		
<i>Chondria collinsiana</i> Howe	x	x	
<i>Chondria curvilineata</i> Collins et Hervey	x	x	
<i>Chondria floridana</i> (Collins) Howe	x		
<i>Chondria leptacremon</i> (Melvill) De Toni	x	x	
<i>Chondrophycus corallopsis</i> (Mont.) Nam	x	x	
<i>Chondrophycus gemmiferus</i> (Harv.) Garbary & J.T. Harper		x	
<i>Chondrophycus poiteaui</i> (Lamour.) Nam		x	

<i>Chroodactylon ornatum</i> (C. Agardh) Basson	x	x	x
<i>Coelothrix irregularis</i> (Harvey) Børgesen	x		
<i>Corallophila verongiae</i> (D.L. Ballantine & M.J. Wynne) R.E. Norris	x		
<i>Crouania mayae</i> Mateo-Cid, Mendoza-González & Searles		x	x
<i>Dasya rigidula</i> (Kütz.) Ardiss.	x		
<i>Digenea simplex</i> (Wulfen) C. Agardh	x	x	x
<i>Gelidiella acerosa</i> (Forkssål) Feldmann et Hamel	x		x
<i>Gelidiella trinitatensis</i> W. R. Taylor	x	x	
<i>Gelidiopsis intricata</i> (C. Agardh) Vickers	x		
<i>Gelidiopsis planicaulis</i> (W.R. Taylor) W.R. Taylor	x	x	
<i>Gelidiopsis variabilis</i> (J. Agardh) Schmitz	x	x	x
<i>Griffithsia globulifera</i> Harv. ex Kütz.		x	x
<i>Griffithsia schousboei</i> Mont.	x		
<i>Herposiphonia bipinnata</i> Howe	x	x	
<i>Herposiphonia delicatula</i> Hollenb.	x		
<i>Herposiphonia pecten-veneris</i> (Harv.) Falkenb.	x		
<i>Herposiphonia secunda</i> (C. Agardh) Ambronn	x	x	
<i>Herposiphonia tenella</i> (C. Agardh) Ambronn		x	x
<i>Herposiphonia cf. parca</i> Setchell	x		
<i>Heterosiphonia crispella</i> var. <i>laxa</i> (Børgesen) M.J. Wynne			x
<i>Hypnea spinella</i> (C. Agardh) Kütz.	x	x	
<i>Hypnea valentiae</i> (Turner) Mont.	x		
<i>Jania capillaceae</i> Harv.	x	x	x
<i>Lejolisia exposita</i> C.W. Schneid & Searles in Searles & Schneid	x		x
<i>Lomentaria baileyana</i> (Harv.) Farlow		x	
<i>Lophosiphonia cristata</i> Falkenb.	x	x	x
<i>Lophosiphonia obscura</i> (C. Agardh) Falkenb.	x		
<i>Neosiphonia flaccidissima</i> (Hollenb.) M. Kim & Lee	x		
<i>Pleonosporium flexuosum</i> (C. Agardh) Bornet ex De Toni		x	
<i>Polysiphonia binneyi</i> Harv.	x		
<i>Polysiphonia exilis</i>	x		
<i>Polysiphonia gorgoniae</i> Harv.	x	x	x
<i>Polysiphonia havanensis</i> Montagne	x		
<i>Polysiphonia pseudovillum</i> Hollengb.	x		
<i>Polysiphonia scopulorum</i> var. <i>villum</i> (J. Agardh) Hollenb.	x	x	x
<i>Spyridia hypnoides</i> subs. <i>complanata</i> (J. Agardh) M.J. Wynne		x	
<i>Taenioma nanum</i> (Kütz.) Papenf.	x		
<i>Wrangelia bicuspidata</i> Børgesen		x	
Chlorophyta			
<i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>peltata</i> (Lamour.) Eubank			x
<i>Caulerpa verticillata</i> J. Agardh	x	x	x
<i>Cladophora laetevirens</i> (Dillwyn) Kütz.	x		
<i>Cladophora liniformis</i> Kütz.	x	x	x
<i>Cladophora vagabunda</i> (L.) C. Hoek	x	x	x
<i>Dictyosphaeria cavernosa</i> (Forsskål) Børgesen	x	x	x
<i>Dictyosphaeria ocellata</i> (Howe) Olsen-Stojkovich	x		
<i>Halimeda tuna</i> (J. Ellis & Sol.) Lamour.			x
<i>Neomeris cokeri</i> Howe	x		

<i>Siphonocladus tropicus</i> (P. Crouan et H. Crouan) J. Agardh	x	x	x
<i>Ulva flexuosa</i> sub. <i>paradoxa</i> (C. Agardh) M.J. Wynne	x	x	
Phaeophyta			
<i>Dictyota bartayresiana</i> Lamour.	x	x	x
<i>Dictyota caribaea</i> Hörnig & Schnetter	x	x	x
<i>Dictyota pfaffi</i> Schnetter	x		
<i>Dictyota menstrualis</i> (Hoyt) Schnetter, Hörnig & Weber-Peukert		x	
<i>Dictyota pulchella</i> Hörnig & Schnetter		x	
<i>Lobophora variegata</i> (Lamour.) Womersley ex E. C. Oliveira	x	x	x
<i>Padina sanctae-crucis</i> Børgesen	x	x	
<i>Padina</i> sp. estadio <i>Dictyosphaeridia</i> Adans.	x	x	x
<i>Sphacelaria novae-hollandiae</i> Sond.	x	x	
<i>Turbinaria tricostata</i> E.S. Barton	x		

Además del incremento en el espaciamiento entre ejes erectos, las AFFT pueden modificar el grueso de los ejes postrados y reducir el número de rizoides (Quan Young 2007). En otras palabras, las AFFT usan estrategias biológicas activas para invadir al complejo *M. annularis*, visión claramente opuesta a los estudios en la literatura mundial, donde se supone que las algas colonizan a los corales casi únicamente cuando estos se encuentran muertos, enfermos, con blanqueamiento o con algún tipo de estrés (Lirman 2001, McCook *et al.* 2001, Diaz-Pulido y McCook 2004, Nugues y Bak 2006, Hoegh-Guldberg *et al.* 2007, Mumby *et al.* 2007, Foster *et al.* 2008).

Dentro de las Phaeophyta identificadas en este proyecto, se encuentran algunos géneros, como *Dictyota* y *Padina*, que inhiben tanto el crecimiento coralino (Lirman 2001, Box y Mumby 2007) como el reclutamiento (Kuffner *et al.* 2006), pero, particularmente, inhiben la fecundidad (diámetro de huevos, número de huevos por gánada y número de gónadas por pólipo) de *M. annularis* (Foster *et al.* 2008), nuestra especie bajo estudio. A pesar de ello, la feofita más agresiva en la colonización de los arrecifes del mundo, registrada en la literatura (Antonius y Ballesteros 1998, Márquez y Díaz 2005, Nugues y Bak 2008), y que también encontramos creciendo sobre *M. annularis*, es *Lobophora variegata*. La forma rastrera de esta especie de alga laminada crece sobre los corales y al hacerlo va matando su tejido (Jompa y McCook 2002, Nugues y Bak 2006), mientras que la forma erecta reduce el crecimiento coralino (Box y Mumby 2007), pero, particularmente, la fecundidad de *M. annularis* (Foster *et al.* 2008).

Lyngbya, cianobacteria que se encontró creciendo próximo al tejido vivo de *M. annularis*, puede ser muy nociva para los corales (Paul *et al.* 2005). Por ejemplo, *L. confervoides* y *L. majuscula*, registradas en este estudio, incrementan las tasas de mortalidad de reclutas de coral (Kuffner *et al.* 2006); la segunda especie puede causar blanqueamiento de corales (Titlyanov *et al.* 2005) al igual que *L. bouillonii*, la cual también causa daño severo al tejido vivo coralino (Titlyanov *et al.* 2007).

Entonces, varias de las cianobacterias y algas filamentosas de tapete que se registraron en este proyecto creciendo sobre el coral *Montastraea annularis*

representan un riesgo para que este coral masivo, y, probablemente, también para el complejo que forma con *M. faveolata* (ver Quan-Young y Espinoza-Avalos 2006) y *M. franksi*, que en conjunto son las especies más importantes formadoras de arrecife en la parte central-sur de Quintana Roo (Ruiz-Zárte *et al.* 2003). Sin duda, su presencia sobre *M. annularis* contribuye a perpetuar la dominancia de las algas en los arrecifes del Mar Caribe (Kramer 2003) y del Caribe mexicano en particular (Ruiz-Zárte *et al.* 2003, Cetz-Navarro 2008).

El estudio del cambio de fase coral-alga no es una curiosidad científica; este cambio puede tener efectos económicos devastadores en naciones en desarrollo con arrecifes coralinos, que tienen altos ingresos económicos por la actividad turística (Bellwood *et al.* 2004), como es nuestro caso en el Caribe mexicano. Así, los turistas que visitan Quintana Roo generan la mayor cantidad de divisas del turismo para el país y es la principal actividad económica del estado. Para mantener estos ingresos a largo plazo es necesario también mantener los motivos que mueven a los visitantes; en este caso, la preservación de sistema arrecifal, con un conocimiento de los procesos ecológicos que los afectan.

Sin duda, un elemento faltante en la evolución del crecimiento de cianobacterias y algas sobre los corales del Mar Caribe que ha conducido a un cambio de fase, de arrecifes dominados por corales a otros dominados por algas (Quan-Young y Espinoza-Avalos 2006, Cetz-Navarro 2008), es el monitoreo de los avance y retrocesos -si los hay- de las cianobacterias y algas nocivas en especies de corales clave por su papel ecológico en los arrecifes del Caribe mexicano, como es el caso de *M. annularis*.

NOTA 1: La base de datos resultado de este proyecto, Biotica45.mdb, se envió aparte desde febrero y nuevamente en mayo de 2008. Para satisfacer los requerimientos para esa base de datos, la M. en C. Neidy P. Cetz Navarro, técnico que incorporó toda la información a la base de datos, se comunicó en varias ocasiones con personal técnico de la CONABIO, por correo electrónico o por medio de numerosas llamadas telefónicas (con Diana Hernández Robles, Vianney Pérez Saenz, Yvonne Simms, Liliana Lara Morales y Héctor Rangel Cordero), como queda evidente en la información representativa que se encuentra en el Apéndice 1. En el último mensaje del Apéndice se puede leer que se nos había pedido “que (ya) no trabajemos más en la base (de datos)”. Este proceso fue desgastante, porque en ocasiones la maestra Cetz recibía indicaciones diferentes para una misma pregunta que ella hacía; sin embargo, ella recibió una llamada telefónica de Ivonne Simms, por parte de Liliana Lara Morales, con la indicación de que *la base de datos ya había quedado finalizada*, porque ya habíamos corregido nuestros errores y que ustedes iban a arreglar los errores de su base; además *le comentaron a la maestra Cetz que le iban a enviar la base corregida para que la reemplazara por la que tiene*. Con este antecedente, fue frustrante después de ese desgastante proceso recibir observaciones adicionales, según lo comentó el responsable general de este proyecto: había que hacer más cambios. Este trato

académico es de alguna manera irrespetuoso y de parte de la CONABIO un tanto falto de profesionalismo. La maestra Cetz ya no labora con nosotros y ahora es casi

imposible hacer *otras* modificaciones a la base Biotica45.mdb, pero lo es aún más porque *en el momento oportuno se nos dijo que la base ya estaba lista*.

NOTA 2: Los créditos correspondientes por el uso de información resultado de esta parte del proyecto, por parte de la CONABIO, son para el investigador responsable y sus colaboradores (JEA, LIQY, HBB y NPCN).

Formulación de un programa de monitoreo del avance y retroceso de las algas formadoras de tapete sobre el coral *Montastraea annularis*

Como se expuso en los avances del proyecto, en cada una de las tres localidades se ubicaron geográficamente tres sitios con presencia de suficientes colonias de *Montastraea annularis* para llevar a cabo este estudio, según la siguiente información (el número de sitio es el que corresponde a la memoria del GPS utilizado; más detalles de los sitios se dieron en el informe de avances del proyecto):

MAHAHUAL

Sitio	Profundidad	Coordenadas
057	< 1.0 m	18° 42' 34.9'' N 87° 42' 29.2'' O
055	0.5 a 1.5 m	18° 41' 40.7'' N 87° 42' 47.3'' O
056	1.5 – 4.0 m	18° 41' 29.7'' N 87° 42' 48.4'' O

XAHUAYCHOL

Sitio	Profundidad	Coordenadas
061	2.0 m	18° 30' 30.5'' N 87° 45' 23.3'' O
058	1.0 m	18° 30' 11.9'' N 87° 45' 24.8'' O
062	1.0 – 3.0 m	18° 29' 56.2'' N 87° 45' 25.2'' O

XCALAK

Sitio	Profundidad	Coordenadas
063	1.5 m	18° 16' 03.9'' N 87° 49' 35.3'' O
064	2.5 m	18° 15' 20.6'' N 87° 49' 23.0'' O
065	1.5 m	18° 15' 09.2'' N 87° 49' 40.0'' O

Es importante mencionar que en varios sitios que visitamos, pero que no seleccionamos para llevar a cabo este proyecto, encontramos numerosas colonias de *M. annularis* totalmente o en gran parte muertas, y completamente cubiertas por macroalgas formadoras de tapete; es decir, la afectación del crecimiento de algas sobre esta importante especie masiva de coral, formadora de estructura arrecifal, es sin duda severa en la parte sur del Caribe mexicano.

Como también adelantamos en los avances del proyecto, no fue posible utilizar el método contemplado originalmente (cuadrículando la colonia con varillas metálicas y mecates distantes), ya que en la práctica se concluyó que la colonia se lastimaría innecesariamente. Nota: de aquí en adelante se denominará como geneto o cabezo a la colonia, y como rameto o cabecito a cada subunidad de la colonia, al igual que lo planteó Mumby *et al.* (2005). Similarmente, se observó que no todos los genetos de *M. annularis* tenían la forma convexa esperada para usar el primer método; además, que los rametos en ocasiones se encontraban espacialmente muy dispersos, con formas

muy irregulares, y en ocasiones la parte alta de los genetos estaba muy somera e impedía intentar el método originalmente propuesto.

El procedimiento que se siguió en este proyecto implica marcar a los rametos y fotografiarlos individualmente para posteriormente medir su área con el software Scion Image.

Las marcas consistieron en placas de acero monel de 0.7 cm de ancho y ~2.5 cm de largo, gravadas con letras de golpe (imagen 01), y se colocaron de dos formas: 1. Con agujas quirúrgicas de acero inoxidable de 7 cm de longitud, clavadas próximas al tejido de cada rameto de *M. annularis*, pero en una parte muerta (imagen 02); la aguja la clavamos en el centro de algún coralito, y 2. Con cinchos de alambre de acero inoxidable, colocado en la parte basal de los rametos (imagen 03), cubierta de AFFT; los cinchos se amarraron con unos alicates (imagen 04). Entre la marca y la aguja o el alambre se colocó como extensión una placa de aluminio (1.2 cm x 7.0 cm), con el propósito de luego encontrar más fácilmente las marcas, ya que suponíamos que iban a cubrirse con AFFT. Los tres elementos de las marcas se unieron con niquelina (alambre de acero inoxidable; ver imagen 02 bajo la placa de aluminio).

El marcaje se llevó a cabo del 20 al 22 de junio de 2007, marcando un total de 306 rametos (34 por sitio, 102 por localidad). En cada sitio de estudio marcamos la mitad (17) de rametos con agujas y la otra con cinchos, para comprobar cuál sería en el futuro la mejor forma de colocar las marcas.



Imagen 01



Imagen 02



Imagen 03



Imagen 04

Nota 3: Los detalles que identifican a cada imagen se encuentran en el Apéndice 2.

Al momento de ir marcando los rametos también se les colocó una cinta fosforescente (imagen 05), con el propósito temporal de encontrarlos fácilmente unos días posteriores (del 25 al 27 de junio de 2007) en los que se regresó para obtener las imágenes iniciales del monitoreo: después, las cintas fueron desprendidas.

Los rametos marcados se encontraban entre 0.5 m y 4.0 m de profundidad, y en conjunto conforman genetos de forma convexa (imagen 05), pero otros más bien planos (imágenes 06 y 07) y de formas irregulares; en fondos duros (imagen 06), blandos (imagen 07) y mixtos. Toda la información relevante sobre el marcaje y la obtención de las fotografías iniciales del monitoreo se registraron en formatos previamente diseñados e impresos por computadora en hojas de papel Herculene (imagen 08).



Imagen 05



Imagen 06



Imagen 07



Imagen 08

La obtención de las imágenes iniciales del método de monitoreo se llevó a cabo como sigue: a cada rameto se le colocaron dos cintas métricas plásticas en forma cruzada (p. ej., imágenes 09 y 10), que en sus extremos tenían barritas de plomo (notar los extremos superior y derecho de las cintas en la imagen 02) las cuales sirvieron para asentar y acomodar las cintas sobre los rametos. Las cintas sirvieron como referencia para tomar las fotografías (ver abajo) y como referencia de longitud para el momento

que en gabinete se obtengan las áreas del tejido vivo de coral con el software correspondiente.

Una vez que se colocaron las cintas, de cada rameto se obtuvieron las siguientes imágenes: una de la marca que identificaba al rameto, otra de una vista superior y luego lateralmente de los cuadrantes formados por el cruce de las cintas métricas. Como ensayo, las fotografías laterales se tomaron considerando dos referencias: como centro de la foto a) a la misma cinta métrica, y b) el centro del cuadrante mismo. En gabinete se concluyó que la segunda opción es la mejor, ya que facilita obtener el área de la imagen.



Imagen 09



Imagen 10

Cabe mencionar que generalmente se obtuvieron seis fotografías por rameto (marca, vista superior y cuatro cuadrantes); sin embargo, en ocasiones se necesitaron menos fotografías laterales, aunque un rameto tuviera alguna morfología muy irregular. Por ejemplo, para el rameto con la marca 137 se tomaron cinco fotos (imágenes 11-15), porque los dos últimos cuadrantes fueron captados en una imagen (15).



Imagen 11

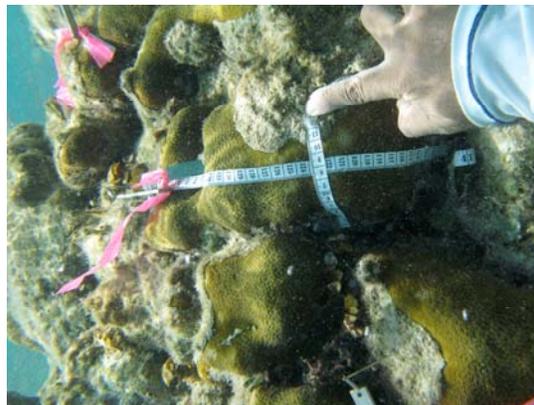


Imagen 12

Línea de base del crecimiento de macroalgas de tapete sobre el coral *Montastraea annularis* y un programa de monitoreo de ese crecimiento en el Parque Nacional arrecifes de Xcalak

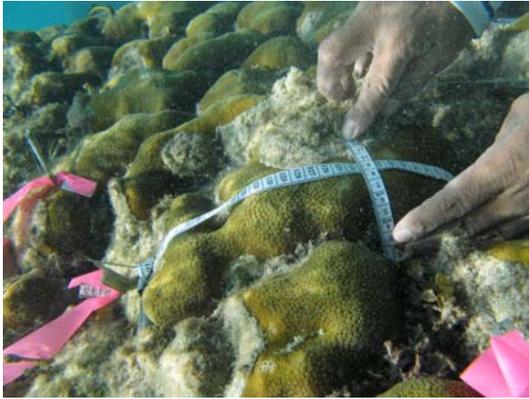


Imagen 13

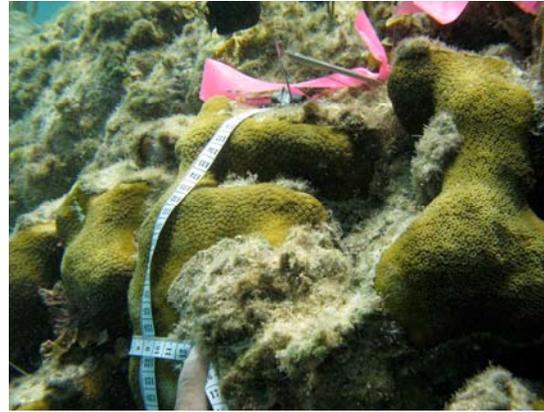


Imagen 14



Imagen 15

Por la forma más simple de otros rametos, en otras ocasiones solo fueron necesarias cuatro fotografías, para la marca (144; imagen 16), la vista superior (imagen 17) y dos vistas laterales (imágenes 18 y 19).



Imagen 16



Imagen 17



Imagen 18

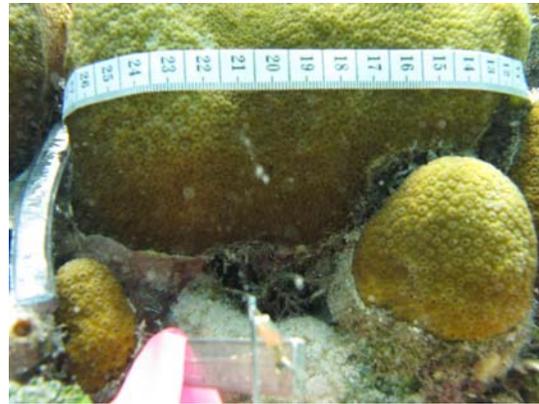


Imagen 19

En otros casos, la forma aun más simple de rametos hizo necesaria la obtención de dos fotografías; de la marca (imagen 20) y del rameto completo con la cinta métrica de referencia (imagen 21).



Imagen 20

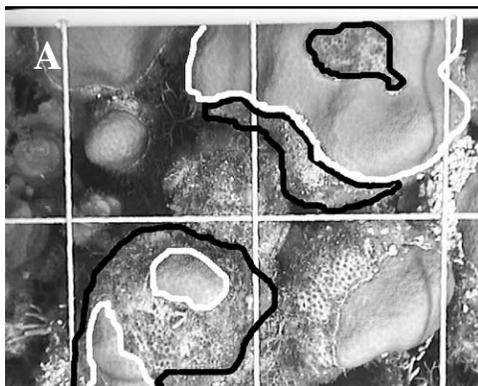


Imagen 21

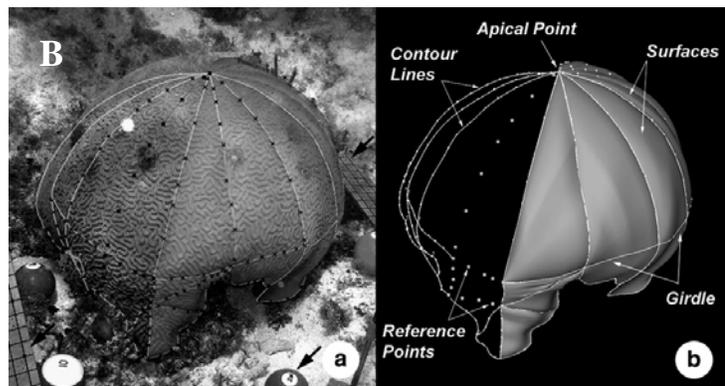
Nota 4: Por la experiencia ganada en el campo con el marcaje y la obtención de imágenes de rametos de *Montastraea annularis*, se considera que la medición de cambio de área se puede llevar a cabo con 20 rametos por sitio (60 por localidad y 180 en total), suficientes para tener una muestra representativa en el estudio de monitoreo; además, que la periodicidad sea de un año en lugar de cada seis meses como originalmente se planteó en el proyecto. Un seguimiento más frecuente necesariamente se dará con situaciones particulares que ocurran en los sitios, como la presencia de eventos de blanqueamiento del tejido coralino y de enfermedades, encallamientos de diferente magnitud, paso de huracanes y tormentas con incrementos de la sedimentación, etc., los cuales eventualmente suceden en la zona de estudio.

Medir el cambio de área de colonias coralinas a través del tiempo ha sido un objetivo esencial en estudios arrecifales, ya que este parámetro está directamente relacionado a muchas funciones y valores de los arrecifes de coral, pero el uso de estos métodos ha sido mayormente en estudios de laboratorio (Courtney *et al.* 2007). Sin embargo, hay ejemplos de estos métodos que son aplicables en el campo, todos con formato

fotográfico, no destructivo ni estresante para los corales (*i.e.* Nugues y Roberts 2003, Roy 2004), incluyendo una propuesta para medir el área de rametos de *M. annularis* (Edmunds y Elahi 2007). Los últimos autores, sin embargo, obtuvieron fotografías de genetos completos; es decir, su método tenía poca resolución a nivel de rametos. Otra mejor opción para *M. annularis* la propusieron Mumby *et al.* (2005, imagen A), ya que trabajaron a una menor escala, comprendiendo varios rametos en un metro cuadrado, obtenidos de una imagen de película de video, pero, como en todos los casos anteriores, la imagen que se usó para las mediciones fue solo en un plano (imagen A). Un método más elaborado es el que ofrecieron Courtney *et al.* (2007, imagen B), que implica la obtención de una serie de fotografías en diferentes planos, con referencias de escalas planas (reglas métricas) y esféricas (bolas de billar), y en la que es posible obtener imágenes en tres dimensiones de las colonias con la ayuda de un software.



Mumby *et al.* 2005



Courtney *et al.* 2007

El método de medición de cambio de área del tejido vivo a través del tiempo por modificaciones del crecimiento de cianobacterias y algas (el método de monitoreo) que en este proyecto se probó, y que se plantea seguir en mediciones futuras, va más allá de la obtención de fotografías gruesas del fondo (a partir de las cuales se obtiene el área de rametos), y está enfocada en los *cambios de área de rametos individuales*. El método es intermedio entre los que se obtiene el área con una sola imagen y un solo plano (p. ej., Mumby *et al.* 2005) y el que toma en cuenta varios planos con una serie de fotografías -y escalas de referencia- (Courtney *et al.* 2007). El método que se propone seguir en este proyecto, con respecto al método de Mumby *et al.* (2005), tiene la ventaja de estar dirigido a rametos individuales y que su área se obtiene con más de una vista (imagen) del rameto. Cabe mencionar, sin embargo, que nuestro método y otros (excepto el de Courtney *et al.* 2007) resultan en una subestimación del área de los corales o rametos, ya que las imágenes reducen a dos lo que en realidad tiene tres dimensiones.

En términos prácticos, la implementación en el campo del método que se propone es relativamente sencilla, requiriéndose marcas de acero inoxidable, cintas plásticas métricas y una cámara fotográfica.

Artículo científico publicado: efectos del huracán Dean

Parte del trabajo de campo llevado a cabo en este proyecto, tanto el 27 de junio como el 30 de octubre (con una visita intermedia el 11 septiembre) de 2007, permitió observar que el paso del huracán Dean, en agosto de 2007, por Mahahual, justo por encima del sitio más hacia el norte de este estudio, tuvo efectos no visibles sobre la comunidad de *M. annularis* (imagen 22; algunas marcas de acero inoxidable son claramente visibles por los restos de la cinta plástica fosforescente que tenían desde el inicio del marcaje; las plaquitas rectas de aluminio de otros rametos también son visibles (sin cinta fosforescente), como en la esquina superior izquierda y en medio de lado derecho de la imagen).

También se logró comprobar que las dos marcas utilizadas para marcar a los rametos son útiles para el monitoreo, ya que soportaron el intenso movimiento de agua que provocó el paso del huracán (imágenes 23 y 24; notar que las AFFT ya cubrieron las marcas y las plaquitas de aluminio). Sin embargo, como algunas agujas quedaron un tanto sueltas, que pueden poner en riesgo mantener las marcas a largo plazo, se sugiere que para proseguir con el monitoreo se utilicen preferentemente las marcas de cinchos de acero inoxidable.

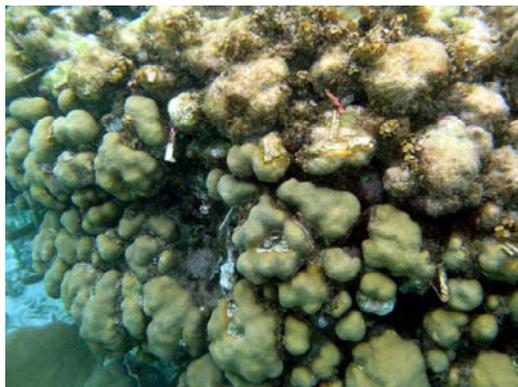


Imagen 22



Imagen 23



Imagen 24

Por otra parte, al comparar una comunidad de erizos *Diadema antillarum* antes (imagen 25) y después (imagen 26) del paso del huracán Dean, se comprobó que la población de este invertebrado se mantuvo con muy altas densidades. El hecho es importante, ya que este erizo en el pasado controlaba más eficientemente que ningún otro herbívoro la expansión de las algas que compiten con corales por el espacio en el Mar Caribe (Lessios 1988, Mumby *et al.* 2006), por lo que se supone que su recuperación puede facilitar la recuperación de los arrecifes de esta región (Harborne *et al.* 2006, Mumby *et al.* 2007). Entonces, las observaciones con *D. antillarum* tuvieron la relevancia suficiente para publicarlas en una revista de circulación internacional (Jorgensen *et al.* 2009), el cual se anexa en el Apéndice 3.



Imagen 25



Imagen 26

Literatura citada

- Antonius, A. y E. Ballesteros. 1998. Epizoism: a new threat to coral health in Caribbean reefs. *Rev. Biol. Trop.* 46: 145–156
- Bellwood, D.R., T.P. Hughes, C. Folke y M. Nyström. 2004. Confronting the coral reef crisis. *Nature* 429: 827-833.
- Box, S.J. y P.J. Mumby. 2007. Effect of macroalgal competition on growth and survival of juvenil Caribbean corals. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 342:139–149
- Cetz-Navarro, N.P. 2008. Montaje de macroalgas sobre tres especies de corales en el Caribe mexicano. Tesis de Maestría en Ciencias, El Colegio de la Frontera Sur-Unidad Chetumal, 84 pp.
- Collado-Vides, L. 2002. Morphological plasticity of *Caulerpa prolifera* (Caulerpales, Chlorophyta) in relation to growth form in a coral reef lagoon. *Bot. Mar.* 45: 123-129.
- Collado-Vides, L. y D. Robledo. 1999. Morphology and photosynthesis of *Caulerpa* (Chlorophyta) in relation to growth form. *J. Phycol.* 35: 325-330.
- Courtney, L. A., W. S. Fisher, S. Raimondo, L.M. Oliver y W.P. Davis. 2007. Estimating 3-dimensional colony surface area of field corals. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 351: 234-242.
- De Kroon, H. y M.J. Hutchings. 1995. Morphological plasticity in clonal plants: the foraging concept reconsidered. *J. Ecol.* 83: 143-152.
- Diaz-Pulido, G. y L.J. McCook. 2004. Effects of live coral, epilithic algal communities and substrate type on algal recruitment. *Coral Reefs* 23: 225–233
- Edmunds, P.J. y R. Elahi. 2007. The demographics of a 15-year decline in cover of the Caribbean reef coral *Montastraea annularis*. *Ecol. Monogr.* 77: 3-18.
- Foster, N.L., S.J. Box y P.J. Mumby. 2008. Competitive effects of macroalgae on the fecundity of the reef-building coral *Montastraea annularis*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 367: 143-152.
- Harborne, A.R., P.J. Mumby, F. Micheli, C.T. Perry, C.P. Dahlgren, K.E. Holmes, D.R. Brumbaugh, A.J. Southward, C.M. Young y L.A. Fuiman. 2006. The functional value of Caribbean coral reef, seagrass and mangrove habitats to ecosystem processes. *Adv. Mar. Biol.* 50: 57-189.
- Hoegh-Guldberg, O., P.J. Mumby, A.J. Hooten, R.S. Steneck, P. Greenfield, E. Gomez, C.D. Harvell, P.F. Sale, A.J. Edwards, K. Caldeira, N. Knowlton, C.M. Eakin, R. Iglesias-Prieto, N. Muthiga, R.H. Bradbury, A. Dubi y M.E. Hatzitolos. 2007. Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification. *Science* 318(5857): 1737-1742.
- Jompa, J. y L.J. McCook. 2002. Effects of competition and herbivory on interactions between a hard coral and a brown alga. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 271: 25–39.
- Jorgensen, P., J. Espinoza-Avalos y H. Bahena-Basave. 2009. High population density survival of the sea urchin *Diadema antillarum* (Philippi, 1845) to a category 5 hurricane in southern Mexican Caribbean. *Hidrobiológica* 18: 239-242.

- Kuffner, I.B., L.J. Walters, M.A. Becerro, V.J. Paul, R. Ritson-Williams y K.S. Beach. 2006. Inhibition of coral recruitment by macroalgae and cyanobacteria. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 323: 107–117.
- Lessios, H.A. 1988. Mass mortality of *Diadema antillarum* in the Caribbean: What have we learned? *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 19: 371-393.
- Lirman, D. 2001. Competition between macroalgae and corals: effects of herbivore exclusion and increased algal biomass on coral survivorship and growth. *Coral Reefs* 19: 392-399.
- Lovett-Doust, L. 1981. Population dynamics and local specialization in a clonal perennial (*Ranunculus repens*). I. The dynamics of ramets in contrasting environments. *J. Ecol.* 69: 743-755.
- Marquez, J. C. y J. M. Diaz. 2005. Interacciones entre corales y macroalgas: dependencia de las especies involucradas. *Bol. Invest. Mar. y Cost. - INVEMAR* 34: 227-242.
- McCook, L.J., J. Jompa y G. Díaz-Pulido. 2001. Competition between corals and algae on coral reefs: a review of evidence and mechanisms. *Coral Reefs* 19: 400-417.
- Monro, K. y A.G.B Poore. 2005. Light quantity and quality induce shade-avoiding plasticity in a marine macroalga. *J. Evol. Biol.* 18: 426–435.
- Monro, K., A.G.B. Poore y R. Brooks. 2007. Multivariate selection shapes environment-dependent variation in the clonal morphology of a red seaweed. *Evol. Ecol.* 21: 765-782.
- Mumby, P.J., N.L. Foster y E.A. Glynn-Fahy. 2005. Patch dynamics of coral reefs macroalgae under chronic and acute disturbance. *Coral reefs* 24: 681-692.
- Mumby, P.J., A. Hastings y H.J. Edwards. 2007. Thresholds and the resilience of Caribbean coral reefs. *Nature* 450(7166): 98-101.
- Mumby, P.J., J.D. Hedley, K. Zychaluk, A.R. Harborne y P.G. Blackwell. 2006. Revisiting the catastrophic die-off of the urchin *Diadema antillarum* on Caribbean coral reefs: Fresh insights on resilience from a simulation model. *Ecol. Model.* 196: 131-148.
- Nugues M.M. y R.P.M. Bak. 2006. Differential competitive abilities between Caribbean coral species and a brown alga: a year of experiments and a long-term perspective. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 315: 75–86
- Nugues, M.M. y R.P.M. Bak. 2008. Long-term dynamics of the brown macroalga *Lobophora variegata* on deep reefs in Curaçao. *Coral Reefs* 27: 389-393.
- Nugues, M.M. y C.M. Roberts. 2003. Coral mortality and interaction with algae in relation to sedimentation. *Coral Reefs* 22: 507-516.
- Quan-Young, L.I. 2007. Respuestas de parámetros biológicos a la competencia por espacio entre macroalgas y el coral *Montastraea faveolata* (Scleractinia). Tesis de Doctorado, El Colegio de la Frontera Sur, 82 pp.
- Kramer, P.A. 2003. Synthesis of coral reef health indicators for the western Atlantic: Results of the AGRRA program (1997-2000). *Atoll Res. Bull.* 496: 1-57.
- Paul, V.J., R.W. Thacker, K. Banks y S. Golubic. 2005. Benthic cyanobacterial bloom impacts the reefs of South Florida (Broward County, USA). *Coral Reefs* 24: 693-697.
- Quan-Young, L.I. y J. Espinoza-Avalos. 2006. Reduction of zooxanthellae density, chlorophyll *a* concentration, and tissue thickness of the coral *Montastraea faveolata*

- (Scleractinia) when competing with mixed turf algae. *Limnol. Oceanogr.* 51: 1159–1166.
- Roy, R.E. 2004. Akumal's reefs: stony coral communities along the developing Mexican Caribbean coastline. *Rev. Biol. Trop.* 52: 869–881.
- Ruiz-Zárte, M.A., R.C. Hernández-Landa, C. González-Salas, E. Nuñez-Lara y E. Arias-González. 2003. Condition of coral reef ecosystems in central-southern Quintana Roo, Mexico (Part 1: stony corals and algae). *Atoll Res. Bull.* 496: 318–337.
- Santelices, B. 2004. A comparison of ecological responses among asexual (unitary), clonal and coalescing macroalgae. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 300: 31-64.
- Sutherland, W.J. y R.A. Stillman. 1987. The foraging tactics of plants. *Oikos* 52: 239-244.
- Titlyanov, E.A., T.V. Titlyanova, I.M. Yakovleva, Y. Nakano y R. Bhagooli. 2005. Regeneration of artificial injuries on scleractinian corals and coral/algal competition for newly formed substrate. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 323:27–42
- Titlyanov, E.A., I.M. Yakovleva y T.V. Titlyanova. 2007. Interaction between benthic algae (*Lyngbya bouillonii*, *Dictyota dichotoma*) and scleractinian coral *Porites lutea* in direct contact. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 342:282–291.
- Ye, X.H., F.H. Yu y M. Dong. 2006. A trade-off between guerrilla and phalanx growth forms in *Leymus secalinus* under different nutrient supplies. *Ann. Bot.* 98: 187-191.

APÉNDICE 1

Comunicaciones con personal de la CONABIO, en mayo y junio de 2008,
por parte de la M.C. Neidy P. Cetz Navarro,
técnico que incorporó la información a la base de datos Biotica45.mdb

Mensaje: Entrega de Biótica45 del proyecto DM015

Enviado el: jueves 19/06/2008 01:26 p.m.

De: ncetz@ecosur.mx
Para: ysimms@conabio.gob.mx
CC: hectorh@ecosur.mx; jespino@ecosur.mx
Asunto: Entrega de Biótica45 del proyecto DM015
Datos adjuntos: MIBO8057 para Yvonne.doc (511 KB)

Estimada Yvonne:

Disculpa la tardanza en contestarte, pero estaba en el campo, y hasta ahora puedo hacerlo.

Aunque nos pides que no trabajemos más en la base, ya realizamos todas las correcciones que se debieron a nuestros errores. Luego, el 28 de mayo, enviamos a Héctor Rangel un borrador de respuesta sobre la evaluación de la CONABIO; después, el 2 de junio, le enviamos a Liliana Lara una parte de nuestras dudas sobre la misma evaluación.

Ahora te estamos enviando la evaluación completa con nuestras respuestas, de cuáles fueron los cambios que hicimos y cuáles no (con justificaciones), las cuales encontrarás en el archivo adjunto "MIBO8057 para Yvonne". Nuestras respuestas en este documento están escritas con letras rojas.

Por otra parte, la base te la estamos enviando en el archivo adjunto "Biotica45.mdb". Esperamos que con los cambios ya realizados, la base esté concluida.

Sin otro en particular, nos despedimos y agradecemos de antemano todas tus atenciones. Te agradeceremos que confirmes haber recibido este mensaje.

Dr. Julio Espinoza Avalos
Téc. Neidy P. Cetz Navarro

DM015 “Caracterización del ANP Parque Nacional Arrecifes de Xcalak y formulación de un programa de monitoreo”

PRIMERA EVALUACIÓN

Descripción general. La base de datos corresponde al modelo Biótica 4.5¹ y su contenido es el siguiente:

CONTENIDO GENERAL

Concepto	Número
Registros de ejemplares	192
Copias	192
Registros de ejemplares colectados	192
Familias ²	23
Géneros ²	44
Especies ²	79
Infraespecies ²	7
Registros determinados hasta género	4
Registros determinados hasta especie	175
Registros determinados hasta infraespecie	13
Colecciones nacionales ²	1
Localidades ² (diferentes de <i>No Disponible</i>)	3
Sitios ² (diferentes de <i>No Disponible</i>)	9
Sitios con coordenadas <i>No Disponible</i> ²	0
Registros asociados a localidades (diferentes de <i>No Disponible</i>)	192
Registros asociados a localidad <i>No Disponible</i>	0
Localidades georreferenciadas ²	3
Registros georreferenciados	192
Porcentaje de registros de ejemplares georreferenciados	100%

REGISTROS POR COLECCIÓN

Colecciones nacionales:

Siglas Colección	Nombre Colección	Siglas Institución	Nombre Institución	No. registros
ECO-CH-HB	Herbario	ECOSUR-CH	El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal	192

CATÁLOGOS

Catálogo Nombre	No. registros
Ambiente	728
Uso	27

¹ La Dirección Técnica de Evaluación de Proyectos (DTEP) autoriza el cambio del compromiso de la versión del sistema de información Biótica 4.3 a Biótica 4.5 descrito en los Términos de Referencia del convenio firmado

² Datos de registros de ejemplares.

CITAS BIBLIOGRÁFICAS

Citas bibliográficas	No. registros
Citas bibliográficas	438 ³
Citas bibliográficas asociadas a taxón	437
Citas bibliográficas sin asociar	1

OTRO TIPO DE INFORMACIÓN ASOCIADA (EJEMPLAR)

Concepto	(extensión .jpg)	Total
Imágenes asociadas a ejemplar	117	117

IMÁGENES Y DOCUMENTOS ENTREGADOS

Concepto	Total
Total de imágenes digitales asociadas (extensión .jpg)	117
<i>Total de imágenes y documentos</i>	117

ACCIONES GENERALES

A continuación se indican las observaciones a la base de datos detectadas en el proceso de control de calidad de los datos⁴ que se realiza en la Subdirección de Inventarios Bióticos.

En cada punto se describe en *itálicas* las observaciones y las acciones a realizar para corregir la información. El número de cada punto corresponde al tipo de error detectado en la base de datos. Es importante que en el documento que envía junto con las aclaraciones y las correcciones realizadas haga referencia a dicho número.

Para mayor información del manejo de Biótica, consultar el Manual de Usuario del Sistema de Información Biótica[©].

ESTRUCTURA

La estructura de la base de datos se revisó con una herramienta para verificar modelos de datos de bases creadas en Access. Esta herramienta nos permite comparar tablas, campos, tipos de datos, campos obligatorios, relación entre tablas, índices, reglas de validación, llaves primarias y foráneas.

El reporte generado indica que el modelo de datos ha sido modificado en los siguientes aspectos:

³ La base de datos utilizada corresponde al Catálogo de autoridad de: Ortega, M., J. Godínez-Ortega y G. Garduño. 2001. Catálogo de algas benticas de las costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe. Cuadernos del IBUNAM No. 34. UNAM, CONABIO. 594 pp. el cual incluye 435 citas bibliográficas. En esta base de datos se incluyeron tres citas bibliográficas.

⁴ Se denomina control de calidad al procedimiento de revisión, análisis y validación de los datos para la detección de errores y omisiones.

NOTAS:

1. Tenemos dudas acerca del tipo de modificaciones que debemos hacer en *las tablas, campos, índices y llaves agregados* (ver abajo), ya que nos piden que las eliminemos en la próxima entrega, pero **nosotros no las agregamos**.
2. Desconocemos el significado de estos esquemas.
3. Cabe mencionar que una parte de los cambios que en su momento realizamos en Biótica 4.5, como el poder asociar la regiones a los sitios, fueron a través de llamadas telefónicas con diversos encargados de los diversos campos del mismo programa.

Tablas agregadas en el modelo de datos

Tabla
%%Macroalgas
Nombre_original45

Campos agregados en el modelo de datos DM01508021.mdb

Tabla	Campo
%%Macroalgas	Clase
%%Macroalgas	Clase_autoridad
%%Macroalgas	Division/Phylum
%%Macroalgas	DivisionPhylum_autoridad
%%Macroalgas	Familia
%%Macroalgas	Familia_autoridad
%%Macroalgas	id_orden
%%Macroalgas	NombreCatalogo
%%Macroalgas	Orden
%%Macroalgas	Orden_autoridad
%%Macroalgas	Reino
%%Macroalgas	Reino_autoridad
%%Macroalgas	Rev
Nombre	letra
Nombre_original45	Anotacion
Nombre_original45	CitaNomenclatural
Nombre_original45	Estatus
Nombre_original45	Fuente
Nombre_original45	IdAscendObligatorio
Nombre_original45	IdCategoriaTaxonomica
Nombre_original45	IdNombre

Línea de base del crecimiento de macroalgas de tapete sobre el coral *Montastraea annularis* y un programa de monitoreo de ese crecimiento en el Parque Nacional arrecifes de Xcalak

Nombre_original45	IdNombreAscendente
Nombre_original45	Nombre
Nombre_original45	NombreAutoridad
Nombre_original45	NumeroFilogenetico
Nombre_original45	SistClasCatDicc
RelNombreBiblio	Disco

Llaves agregadas en el modelo de datos

Tabla	Campo	Tipo de llave
Nombre_original45	IdNombre	PK

Índices agregados en el modelo de datos

Tabla	Campo	Nombre del indice
Nombre	NombreAutoridad	_indice_
Nombre_original45	Nombre	_indice_
Nombre_original45	IdCategoriaTaxonomica	_indice_
Nombre_original45	IdNombreAscendente	_indice_
Nombre_original45	IdAscendObligatorio	_indice_
Nombre_original45	NombreAutoridad	_indice_
Nombre_original45	SistClasCatDicc	_indice_
Nombre_original45	IdNombre	_PrimaryKey_

Valores predeterminados diferentes

Tabla	Campo	Valor predeterminado	Valor correcto
NombreLocalidad	Nombre	Null	nulo

Las tablas, campos, índices y llaves agregados, valores de campos predeterminados, no afectan el funcionamiento de la base de datos. Sin embargo se le solicita eliminar previo a la próxima entrega, las consultas, tablas y campos que no correspondan al modelo de Biótica.

INFORMACIÓN DE PERSONAS Y GRUPOS

Errores de omisión

1.1 Celdas vacías, con dato ND, 9999, NA o con algún texto que refiera que no cuenta con el dato en los siguientes campos. *Corregir, completar o aclarar.*

IdPersona	ApellidoPaterno	ApellidoMaterno	Nombre	Abreviado
1	ND	ND	NA	ND
73	Kunth	Nulo	ND	Kunth, C.S.
382	Berthelot	Nulo	ND	Berthelot, S.
384	Hombron	Nulo	ND	Hombron, J.B.
385	Jacquinet	Nulo	ND	Jacquinet, H.
537	Fauche	Nulo	ND	Fauche, M.
538	Brongniart	Nulo	ND	Brongniart, A. T.
539	Chaubard	Nulo	ND	Chaubard, L. A.

Nota:

La persona con IdPersona 1 corresponde a lo que CONABIO denomina comodín, por lo que es necesario que en el campo Nombre se deje el dato ND.

En el caso del IdPersona 1 no se pudieron hacer los cambios porque Biótica 4.5 no lo permite.

Cabe destacar, sin embargo, que nosotros no incluimos esta información, ya que venía dentro de su base de datos original.

Errores tipográficos

2.1 Registros que presentan espacios al inicio del texto, presentan más de un espacio en el texto o carecen del espacio normal para separar el texto. *Corregir.*

IdPersona	Abreviado	ApellidoPaterno	ApellidoMaterno	Nombre
538	Brongniart, A. T. ■	Brongniart	Nulo	ND
539	Chaubard, L. A. ■	Chaubard	Nulo	ND

Se eliminó el espacio entre A. T. en el IdPersona 538 y L. A. en el 539.

De nuevo, destacamos que nosotros no incluimos esta información, ya que venía dentro de su base de datos original.

Errores de uniformidad

6.1 Registros que presentan discrepancias de uniformidad en el texto. *Uniformizar en la medida de lo posible, siempre que no se altere información que deba respetarse.*

IdPersona	ApellidoPaterno	ApellidoMaterno	Nombre	Abreviado
73	Kunth	Nulo	ND	Kunth, C.S.
382	Berthelot	Nulo	ND	Berthelot, S.
384	Hombron	Nulo	ND	Hombron, J.B.
385	Jacquinet	Nulo	ND	Jacquinet, H.
537	Fauche	Nulo	ND	Fauche, M.
538	Brongniart	Nulo	ND	Brongniart, A. T.
539	Chaubard	Nulo	ND	Chaubard, L. A.
540	Espinoza	Avalos	Julio	Espinoza-Avalos, J.

Línea de base del crecimiento de macroalgas de tapete sobre el coral *Montastraea annularis* y un programa de monitoreo de ese crecimiento en el Parque Nacional arrecifes de Xcalak

541	Cetz	Navarro	Neidy Pauline	Cetz-Navarro, N.P.
542	Quan	Young	Lizette Irene	Quan-Young, L.I.

Notas:

- El dato no debe ser vacío (*nulo*).
- Debe asignarse como NA (*No Aplica*) en el caso de personas que no utilicen el apellido materno.
- Si se desconoce el dato, debe capturarse como ND (*No Disponible*)¹.
- El dato debe capturarse con mayúsculas y minúsculas según corresponda.
- Se recomienda uniformizar la información contenida en el campo Abreviado, donde las iniciales de los nombres aparecen con espacios y sin espacios (*e. gr.* Kunth, C.S. y Chaubard, L. A.).

En este proyecto, los únicos nombres que se agregaron a la lista de grupos y personas fueron tres: Cetz-Navarro, N.P., Espinoza-Avalos, J. y Quan-Young, L.I.

Es decir, la falta de uniformidad en este caso proviene de ustedes mismos. Los nombres de los otros autores del catálogo se desplegaron tal cual ahora nos dicen que corrijamos. Sin embargo, en el apellido materno de todos los autores cambiamos la palabra “Nulo” por “ND”.

Reiteramos que la palabra “NA” en el nombre del IdPersona ND no se pudo cambiar, porque el sistema no lo permitió.

INFORMACIÓN DEL EJEMPLAR (CURATORIAL)

Errores de omisión

1.1 Celdas vacías, con dato ND, 9999, NA o con algún texto que refiera que no cuenta con el dato en los siguientes campos. *Corregir, completar o aclarar.*

Existen 192 registros con dato ND, nulo o NA en los campos tipo de material, fecha final de colecta, abundancia y número del catálogo de la copia.

Ver tabla: **1_01_SIB Informacion faltante no obligatorios** en la base de datos auxiliar anexa.

Notas:

En la tabla arriba señalada verificar:

- Los datos de profundidad aparecen como **9999**, al tratarse de especies marinas, y al haber una colecta orientada a un Tipo de Preparación para su análisis, el dato de profundidad debería señalarse, favor de aclarar la razón de los datos 9999.
- Favor de aclarar sobre el tipo de preparación que se señala como **Vial** en el campo TipoPreparacion.
- Información incompleta. Deberá completar el tipo de montaje de la **laminilla** en el campo Tipo de preparacion.

Los datos de profundidad fueron añadidos a los 192 ejemplares. También se agregó la profundidad inferior y superior a los nueve sitios.

En el apartado de “Otros datos” en el campo de “*tipo de material*” se agregó la palabra “Vial” o “Laminilla permanente”, según el ejemplar.

En el mismo apartado, pero en el campo de “Tipo de preparación” se sustituyeron las siguientes palabras: “Vial” por “Formol al 4% en agua de mar” y “Laminilla” por “Gelatina glicerinada con fenol”.

Llenamos el campo obligatorio de la fecha inicial, pero consideramos que no era necesario llenar el campo de fecha final, ya que nuestras colectas sucedieron un día específico.

En el caso de la abundancia, no tenemos esa información, ya que la presencia de las algas filamentosas de tapete es cualitativa, no cuantitativa. Proponemos dejar este campo vacío, ya que no es obligatorio.

1.4 Ejemplares colectados con número de colecta o de catálogo incompletos. *Completar o aclarar.*

IdEjemplar	CategoriaTaxonomica	Nombre	NoDeColecta	SiglasColeccion
121	especie	Gelidiopsis intricata	XCA-	ECO-CH-HB

El número de colecta del ejemplar 121 fue completado a XCA-39.

1.10 Ejemplares no determinados a especie. *Completar o aclarar.*

IdEjemplar	CategoriaTaxonomica	Nombre
136	género	Padina
161	género	Padina
3	género	Padina
77	género	Padina

Nota:

De acuerdo con el inciso “h” punto 2 de los Términos de Referencia del convenio firmado los ejemplares estarán determinados a nivel específico.

En la primera versión de nuestra base de datos encontrarán que “en el campo observaciones de la pantalla *Otros datos del ejemplar* del módulo ejemplar” ya habíamos anotado el motivo por el cual los 4 ejemplares del género *Padina* no fueron identificados a nivel específico, tal como se estableció en el inciso “h” punto 2 de los Términos de Referencia.

1.12 Ejemplares sin tipo de vegetación. *Completar o aclarar.*

IdEjemplar	CategoriaTaxonomica	Nombre	Descripcion	Ambiente
190	variedad	Heterosiphonia crispella laxa		Terrestre

Nota:

El ejemplar tiene capturado ambiente terrestre, sin embargo en el inciso “c” punto 2 de los Términos de Referencia del convenio firmado se indica que la totalidad de ejemplares serán recolectados en un ambiente marino, ya que señalan a esta especie colectada en un ambiente [terrestre](#).

La información del ejemplar 190 fue cambiada, de ambiente terrestre a ambiente marino: fue un error de omisión.

1.16 Ejemplares sin la región o regiones comprometidas en el convenio firmado, diferentes de país, estado y municipio. *Completar o aclarar.*

Hay 92 ejemplares que no están asociados al Tipo de región Áreas Naturales Protegidas Región: Parques Nacionales-Arrecifes de Xcalak

IdEjemplar	CategoriaTaxonomica	Nombre
84	especie	Anotrichium tenue
84	especie	Anotrichium tenue
85	especie	Amphiroa fragilissima
85	especie	Amphiroa fragilissima
86	especie	Jania capillacea
86	especie	Jania capillacea
87	especie	Ceramium cimbricum
87	especie	Ceramium cimbricum
88	especie	Ceramium flaccidum
88	especie	Ceramium flaccidum
89	especie	Ceramium flaccidum
89	especie	Ceramium flaccidum
90	especie	Cladophora vagabunda
90	especie	Cladophora vagabunda
91	especie	Caulerpa verticillata
91	especie	Caulerpa verticillata
92	especie	Champia parvula
92	especie	Champia parvula
93	especie	Chondria leptacremon
93	especie	Chondria leptacremon
94	especie	Chondria leptacremon
94	especie	Chondria leptacremon
95	especie	Crouania mayae
95	especie	Crouania mayae
96	especie	Asparagopsis taxiformis
96	especie	Asparagopsis taxiformis
97	especie	Gelidiella trinitatensis
97	especie	Gelidiella trinitatensis
98	especie	Griffithsia globulifera
98	especie	Griffithsia globulifera
99	variedad	Heterosiphonia crispella laxa
99	variedad	Heterosiphonia crispella laxa
100	especie	Halimeda tuna
100	especie	Halimeda tuna
101	especie	Chondrophycus poiteaui
101	especie	Chondrophycus poiteaui
102	especie	Lyngbya majuscula
102	especie	Lyngbya majuscula
103	especie	Lyngbya majuscula
103	especie	Lyngbya majuscula

Línea de base del crecimiento de macroalgas de tapete sobre el coral *Montastraea annularis* y un programa de monitoreo de ese crecimiento en el Parque Nacional arrecifes de Xcalak

IdEjemplar	CategoríaTaxonomica	Nombre
104	especie	<i>Asparagopsis taxiformis</i>
104	especie	<i>Asparagopsis taxiformis</i>
105	especie	<i>Lophosiphonia cristata</i>
105	especie	<i>Lophosiphonia cristata</i>
106	especie	<i>Polysiphonia gorgoniae</i>
106	especie	<i>Polysiphonia gorgoniae</i>
107	variedad	<i>Polysiphonia scopulorum villum</i>
107	variedad	<i>Polysiphonia scopulorum villum</i>
108	especie	<i>Jania capillacea</i>
108	especie	<i>Jania capillacea</i>
109	especie	<i>Lejolisia exposita</i>
109	especie	<i>Lejolisia exposita</i>
110	subespecie	<i>Spyridia hypnoides complanata</i>
110	subespecie	<i>Spyridia hypnoides complanata</i>
112	especie	<i>Siphonocladus tropicus</i>
112	especie	<i>Siphonocladus tropicus</i>
177	especie	<i>Amphiroa fragilissima</i>
177	especie	<i>Amphiroa fragilissima</i>
178	variedad	<i>Caulerpa racemosa peltata</i>
178	variedad	<i>Caulerpa racemosa peltata</i>
179	especie	<i>Caulerpa verticillata</i>
179	especie	<i>Caulerpa verticillata</i>
180	especie	<i>Caulerpa verticillata</i>
180	especie	<i>Caulerpa verticillata</i>
181	especie	<i>Chondria leptacremom</i>
181	especie	<i>Chondria leptacremom</i>
182	especie	<i>Crouania mayae</i>
182	especie	<i>Crouania mayae</i>
183	especie	<i>Dictyota bartayresiana</i>
183	especie	<i>Dictyota bartayresiana</i>
184	especie	<i>Dictyota caribaea</i>
184	especie	<i>Dictyota caribaea</i>
185	especie	<i>Dictyosphaeria cavernosa</i>
185	especie	<i>Dictyosphaeria cavernosa</i>
186	especie	<i>Digenea simplex</i>
186	especie	<i>Digenea simplex</i>
187	especie	<i>Gelidiella trinitatis</i>
187	especie	<i>Gelidiella trinitatis</i>
188	especie	<i>Griffithsia globulifera</i>
188	especie	<i>Griffithsia globulifera</i>
189	especie	<i>Halimeda tuna</i>
189	especie	<i>Halimeda tuna</i>
190	variedad	<i>Heterosiphonia crispella laxa</i>
190	variedad	<i>Heterosiphonia crispella laxa</i>
191	especie	<i>Herposiphonia bipinnata</i>
191	especie	<i>Herposiphonia bipinnata</i>
192	especie	<i>Jania capillacea</i>

Línea de base del crecimiento de macroalgas de tapete sobre el coral *Montastraea annularis* y un programa de monitoreo de ese crecimiento en el Parque Nacional arrecifes de Xcalak

IdEjemplar	CategoríaTaxonomica	Nombre
192	especie	Jania capillacea
193	especie	Lyngbya sordida
193	especie	Lyngbya sordida
194	especie	Polysiphonia gorgoniae
194	especie	Polysiphonia gorgoniae

Estos ejemplares sí corresponden a una región comprometida en el convenio firmado. Corresponden a la Región Prioritaria Marina 67 (Xcalac-Majahual), la cual contiene la localidad de Mahahual, incluida en el inciso “c” del punto 2 de los Términos de Referencia. Tal Región Prioritaria quedó asociada en la información geográfica de los datos de los 92 ejemplares de esta tabla.

Errores tipográficos

2.2 Registros que presentan posibles errores de contenido, captura o presentan errores de ortografía. *Corregir o aclarar en caso de ser necesario.*

IdEjemplar	Habitat	MicroHabitat	Tipo Preparacion	IdTipo	Descripcion Tipo	Descripcion	Calificación DelDeterminador	Observaciones	Fuente
41	Laguna arrecifal	En la base del coral <i>Montastraea annularis</i>	Laminilla	1	No Aplica		1	Estructuras de reproducción (tetr asporangios)	DM015

Nota:

En el campo Observaciones existe un error tipográfico en la referencia a las Estructuras de reproducción, [entre paréntesis](#).

Se corrigió en el campo de observaciones el error en el ejemplar 41 en la carpeta de “Otros datos”: la palabra “tetrasporangios” se cambió por “tetrasporangios”.

Errores de redundancia

4.4 Ejemplares con iguales números de colecta u observación colectados u observados por la(s) misma(s) persona(s). *Corregir o aclarar.*

Existen 175 registros con número de colecta repetidos.

Ver tabla: **4_04_SIB No de colecta repetidos** en la base de datos auxiliar anexa.

Lo anterior se debe a lo siguiente: 1) porque en una muestra de algas de tapete asociada a corales siempre aparece una mezcla de especies. Si en una muestra encontramos 5 ó 7 especies, por ejemplo, y previamente no las teníamos registradas, todas se incluyeron en la base de datos con el mismo número de muestra; y 2) porque en varias ocasiones, para una especie encontramos diferentes estructuras de reproducción en diferentes ejemplares, y cada uno de ellos quedó registrado aparte.

El único cambio que realizamos fue el añadir un duplicado al IdEjemplar 48 con número de muestra XCA-34 y número de catálogo 2026. Entonces, eliminamos el IdEjemplar 49 con número de catálogo 2027.

Errores de convención

5.1 Datos capturados sin utilizar las convenciones o reglas de sintaxis establecidas. *Corregir o aclarar.*

IdEjemplar	CategoriaTaxonomica	Nombre	NoDeColecta	SiglasColeccion
5	especie	Lyngbya mayuscula	XCA-343	ECO-CH-HB

Nota:

El valor del campo número de colecta de este ejemplar, podría ser inconsistente respecto de los demás registros de ejemplares que tienen 2 dígitos.

El número de colecta del ejemplar 5 se cambió, de “XCA-343” a “XCA-34”.

Errores de congruencia

7.4 Ejemplares observados con información curatorial. *Corregir o aclarar.*

IdEjemplar	Categoría Taxonomica	Nombre	Procedencia	Procedencia descripción	Numero DeCatalogo	SiglasColeccion	TipoPreparacion
4	especie	Dichothrix utahensis	1	Observado	1893	ECO-CH-HB	Laminilla

Nota:

El dato 1893 del campo Número de catálogo del ejemplar es probable que sea inconsistente, respecto de la secuencia de los demás valores de la tabla.

El número de catálogo del ejemplar 4 fue cambiado, de “1893” a “1983”.

7.10 Ambiente del ejemplar y del sitio de colecta u observación diferentes. *Corregir o aclarar.*

IdEjemplar	Categoría Taxonomica	Nombre	AmbienteEjemplar	AmbienteEjemplar descripción	Ambiente Sitio	AmbienteSitio descripción	IdSitio
190	variedad	Heterosiphonia crispella laxa	3	Terrestre	2	Marino	8

El ambiente del ejemplar 190 fue cambiado, de “terrestre” a “marino”, por lo que ya coincide el ambiente con el sitio de colecta.

7.13 Incongruencia entre la calificación del determinador y el tipo asignado al ejemplar.

Corregir o aclarar.

IdEjemplar	CategoríaTaxonomica	Nombre	CalificacionDelDeterminador	DescripcionTipo
87	especie	Ceramium cimbricum	Taxónomo/Parataxónomo	Holotipo

Nota:

La calificación del determinador debe ser Taxónomo especialista en el grupo dado que se trata de un ejemplar tipo.

En la “descripción tipo” del ejemplar 87 se corrigió el error: se cambió de “Holotipo” a “No aplica”, y la calificación del determinador es correcta (Taxónomo/Parataxónomo).

INFORMACIÓN TAXONÓMICA-BIOGEOGRÁFICA

Errores de omisión

1.1 Celdas vacías, con dato ND, 9999, NA o con algún texto que refiera que no cuenta con el dato en los siguientes campos. *Corregir, completar o aclarar.*

IdNombre	CategoríaTaxonomica	Nombre	SistClasCatDicc
1855	especie	Cladophora liniformis	ND

El SistClasCatDicc de *Cladophora liniformis* corresponde a Wynne, 2005, y ya quedó en la base; es decir, se eliminó ND.

1.3 Taxones sin el nombre de la autoridad o año de la descripción. *Completar o aclarar.*

IdNombre	NombreCategoríaTaxonomica	Nombre	NombreAutoridad
1787	género	Neogardhiella	ND
1784	género	Corallocephalus	Kützing
1402	género	Rivularia	C. Agardh ex Bornet & Flahault
290	género	Rosenvingia	Børgesen
239	género	Lophocladia	Schmitz
1215	especie	Ceramium gracillimum	(Kützing) Griffiths & Harvey

Notas:

- El dato no debe ser vacío (*nulo*).
- El dato no debe ser ND (*No Disponible*) para autoridad y 9999 (*No Disponible*) para año.
- Para grupos botánicos cada nombre de autor o autores debe abreviarse de acuerdo al estándar (ej. Brummitt & Powell, 1992, Pichi, 1986 y Villaseñor, 2001) indicado en la sección 3 recomendación 46A Nota 1 del CINB (1999).
- Debe capturarse el caracter & (*ampersand*) para concatenar al último autor.
- El dato del año debe expresarse en cuatro dígitos

Nosotros no incluimos la información correspondiente a los 6 taxones de la tabla 1.3, por lo que no nos corresponde corregir estos “Errores de omisión”.

Errores tipográficos

2.1 Registros que presentan espacios al inicio del texto, presentan más de un espacio en el texto o carecen del espacio normal para separar el texto. *Corregir.*

IdNombre	CategoríaTaxonomica	Nombre	TipoDistribucion	Observaciones
392	especie	Halimeda incrassata	Actual	Bahía del Espíritu Santo, Chac-Mool, Punta Estrella, Punta Pájaros, ■ Bahía de la Ascensión.
412	especie	Avrainvillea rawsonii	Actual	Hualapich, Punta Solimán, Xcacel, ■ Zamach.
419	especie	Penicillus pyriformis	Actual	Chac-Mool, Punta Estrella, ■ Xoquem.
455	especie	Chaetomorpha geniculata	Actual	Puerto de Chetumal, ■ Xcalak.
457	especie	Chaetomorpha linum	Actual	Puerto Chetumal, ■ Xcalak.
610	especie	Padina gymnospora	Actual	Arrecife de Enmedio, Arrecife de Hornos, Arrecifes ■ e ■ islas situados frente al Puerto de Veracruz y Punta Antón Lizardo, Isla de Enmedio, Isla Sacrificios, Isla Santiaguillo, Isla Verde
715	especie	Asparagopsis taxiformis	Actual	Chac-Mool, Punta Estrella, ■ Xoquem.
770	especie	Spermothamnion gymnocarpum	Actual	Isla de la ■ Pasión.
808	especie	Taenioma nanum	Actual	Extremo Norte Arrecife ■ Hornos.
840	especie	Chondria polyrhiza	Actual	Cayo Culebra, Cayo Valencia, Isla Cancún (actualmente unida al continente), Isla de la Pasión.
889	especie	Polysiphonia ferulacea	Actual	Bahía de la Ascensión, ■ Xoquem.
892	especie	Polysiphonia gorgoniae	Actual	Caletilla, El Muelle, Playa ■ San Juan.
919	especie	Amphiroa rigida	Actual	Arrecife de Enmedio, Arrecife de Lobos, Arrecife ■ Hornos, Isla Blanquilla, Isla de Enmedio, Isla de Lobos, Isla Sacrificio, Isla Santiaguillo, Isla Verde.
924	especie	Halitilon cubense	Actual	Arrecife de Enmedio, Isla de Enmedio, Isla Sacrificios, Isla ■ Verde.
1060	especie	Gracilaria caudata	Actual	Arrecife costero ■ viejo.
1195	forma	Herposiphonia secunda tenella	Actual	Caleta Xel-há, Hualapich, Punta Piedras?, ■ Zamach.
1295	especie	Blennothrix lynbyacea	Actual	Localidad: Boca de Jesús María, límite con el Mpio. de Soto la Marina. Unidad Experimental 'Los Legales'.

Los errores de esta tabla no fueron hechos por nosotros ni por el ingreso de nuestros datos, ya que así están incluidos en su base de datos. Aunque quisiéramos corregirlos no podríamos, ya que no podríamos salvar los cambios, ya que Biótica no nos lo permite.

Errores de convención

5.1 Datos capturados sin utilizar las convenciones o reglas de sintaxis establecidas. *Corregir o aclarar.*

Existen 180 registros con el dato de sistema de clasificación capturado sin utilizar las convenciones. Ver tabla: **5_01_SIB Sistema de Clasificación sin convenciones** en la base de datos auxiliar anexa.

Notas:

- El dato para autor o autores debe capturarse en mayúsculas y minúsculas según corresponda.
- El dato del año debe expresarse en cuatro dígitos.
- Debe capturarse el caracter & (*ampersand*) para concatenar al último autor.
- El dato debe capturarse con una coma para separar el año de publicación del autor o autores.
- El dato de año de publicación cuando existe un intervalo debe separarse con un guión.

Toda la información que ustedes nos solicitan corregir no fue introducida al sistema por nosotros, ya que forma parte del catálogo de Ortega *et al.* (2001) que ustedes proporcionan. Sin embargo, realizamos los cambios que corresponden a las cuatro especies y un sinónimo que nosotros registramos en nuestras muestras (*Dichothrix penicillata*, *D. utahensis*, *Lyngbya majuscula* y *L. sordida* (sinónimo *L. polychroa*)).

5.2 Autoridades de taxones capturadas sin utilizar las convenciones establecidas. *Corregir o aclarar.*

IdNombre	CategoríaTaxonomica	Nombre	NombreAutoridad
1242	género	Solentia	Ercegovic', 1927
1243	especie	Solentia stratosa	Ercegovic', 1927

Notas:

- Para grupos botánicos cada nombre de autor o autores debe abreviarse de acuerdo al estándar (ej. Brummitt & Powell, 1992) indicado en la sección 3 recomendación 46A Nota 1 del CINB (1999).
- Debe capturarse el caracter & (*ampersand*) para concatenar al último autor.
- El dato del año debe expresarse en cuatro dígitos

Nosotros no incluimos esta información en la base de Biótica 4.5, y desconocemos esos taxones.

Errores de congruencia

7.14 Taxones con estatus que no corresponde con el estatus del taxón ascendente inmediato. *Corregir.*

IdNombre	CategoríaTaxonomica Ascendente	NombreAscendente	Estatus Ascendente	DescripcionAscendente	Categoría Taxonomica	Nombre	Estatus	Descripcion
1717	especie	Champia parvula	1	Sinónimo	variedad	prostrata	2	Correcto/Válido
1167	especie	Polysiphonia scopulorum	1	Sinónimo	variedad	villum	2	Correcto/Válido
1167	especie	Polysiphonia scopulorum	1	Sinónimo	variedad	villum	2	Correcto/Válido
1167	especie	Polysiphonia scopulorum	1	Sinónimo	variedad	villum	2	Correcto/Válido
1167	especie	Polysiphonia scopulorum	1	Sinónimo	variedad	villum	2	Correcto/Válido

De acuerdo con el catálogo taxonómico de Wynne (2005), más reciente que el de Ortega *et al.* (2001), incluido en Biótica, *Polysiphonia scopulorum* y *Champia parvula* son nombres válidos y no sinónimos. Por ello, en su base de datos cambiamos la descripción ascendente “Sinónimo” a la descripción “Correcto/válido” en ambas especies en la captura y modificación de taxones.

7.18 Taxones con relación sinónimo, sin embargo el estatus que tiene un taxón o ambos taxones es válido (2), sinónimo (1) o ND (6). *Corregir.*

IdNombre Valido	NombreValido	Estatus Valido	Descripcion	TipoRelacion	IdNombre Sinónimo	NombreSinónimo	Estatus Sinónimo	Descripcion1
1146	Caulerpa racemosa peltata	1	Sinónimo	Sinonimia	353	Caulerpa peltata	1	Sinónimo
1146	Caulerpa racemosa peltata	1	Sinónimo	Sinonimia	1147	Caulerpa racemosa laetevirens	1	Sinónimo

De acuerdo con el catálogo taxonómico de Wynne (2005), más reciente que el de Ortega *et al.* (2001), incluido en Biótica, *Caulerpa racemosa* y *Caulerpa racemosa* var. *peltata* son nombres válidos, mientras que *Caulerpa racemosa* var. *laetevirens* es un sinónimo de los dos taxones anteriores. En la base se hicieron los cambios pertinentes para que los estatus taxonómicos reflejaran esos cambios nomenclaturales.

INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Errores de omisión

1.6 Altitud o ambiente del sitio sin información y con coordenadas geográficas (sitio). *Completar o aclarar.*

IdSitio	Descripción TipoSitio	Latitud Grados	Latitud Minutos	Latitud Segundos	Longitud Grados	Longitud Minutos	Longitud Segundos	AltitudProfundidadInicial	Ambiente	Ambiente Descripción
10	Punto	18	30	30	-87	45	23	9999	2	Marino
9	Punto	18	41	29	-87	42	48	9999	2	Marino
8	Punto	18	41	40	-87	42	47	9999	2	Marino
7	Punto	18	42	32	-87	42	29	9999	2	Marino
6	Punto	18	29	56	-87	45	25	9999	2	Marino
5	Punto	18	30	11	-87	45	24	9999	2	Marino
4	Punto	18	16	3	-87	49	35	9999	2	Marino
3	Punto	18	15	20	-87	49	23	9999	2	Marino
2	Punto	18	15	9	-87	49	40	9999	2	Marino

Línea de base del crecimiento de macroalgas de tapete sobre el coral *Montastraea annularis* y un programa de monitoreo de ese crecimiento en el Parque Nacional arrecifes de Xcalak

Los datos de profundidad (inferior y superior) de los sitio 2 al 10, ya fueron incluidos en la base de datos para todos los ejemplares.

Errores de convención

5.1 Datos capturados sin utilizar las convenciones o reglas de sintaxis establecidas. *Corregir o aclarar.*

IdRegion	TipoRegion	NombreRegion
2863	Áreas Naturales Protegidas	Parques Nacionales-Arrecifes de Xcalak

Nota:

El nombre de la región debe capturarse en singular (Parque Nacional) y sin guión.

Se hizo el cambio de “NombreRegion” de “Parques Nacionales-Arrecifes de Xcalak” por “Parque Nacional Arrecifes de Xcalak”, en singular y sin guión.

5.2 Nombres de tipos de región capturados sin utilizar el dominio de valores actuales establecido en el descriptor de tipo de región / catálogo de regiones. *Corregir.*

TipoRegion
Pais/Mares

Nota:

El tipo de la región debe capturarse en singular.

Así venía en su base de datos original. Se realizó el cambio de la palabra “Mares” por “Mar” en el catálogo de regiones.

Errores de uniformidad

6.1 Registros que presentan discrepancias de uniformidad en el texto. *Uniformizar en la medida de lo posible, siempre que no se altere información que deba respetarse.*

IdNombreLocalidad	NombreOriginal	Nombre
2	Mahahual, Quintana Roo	Mahahual
3	Xcalak, Quintana Roo	Xcalak
4	Xahuaychol, Quintana Roo	Xahuaychol

Se uniformizaron los nombres de las localidades originales y de las localidades uniformizadas.

Uniformizar

En Biótica la estructura de nombre de localidad original (NombreOriginal) y la localidad uniformizada (Nombre) del modelo de datos, no está normalizada, principalmente por que se generarían catálogos difíciles de conformar (capturar) y consultar, dada la complejidad de los posibles modelos de datos resultantes, ya que una localidad uniformizada puede tener muchas descripciones de localidades originales, debiéndose considerar también las regiones (p. ej. país, estado y municipio) como parte de la localidad.

El modelo de datos de Biótica está normalizado para el conjunto de los campos nombre de localidad original y nombre de localidad uniformizado, de tal manera que se puede tomar para relacionar con otra información este par de datos tantas veces como se necesite, claro que esto significa que un nombre uniformizado sólo puede tener un nombre original y por tanto existir redundancia entre los registros, si se compara únicamente al nombre de localidad uniformizada, por ejemplo:

Localidad (uniformizada)	Localidad original [LocalidadExtenso]
Rancho El Milagro 40 Km al NE de S.L. Potosí, carretera S.L.P. – Río verde, suelo amarillo con piedra.	Rancho El Milagro 40 Km al NE de S.L. Potosí, carretera S.L.P. – Río verde, suelo amarillo con piedra.
Rancho El Milagro 40 Km al NE de S.L. Potosí, carretera S.L.P. – Río verde, suelo amarillo con piedra.	S. L. Potosí, 40 Km, NE, carretera S.L.P. – Río Verde, con presencia de suelo amarillo y piedra caliza, Rancho El Milagro.
Rancho El Milagro 40 Km al NE de S.L. Potosí, carretera S.L.P. – Río verde, suelo amarillo con piedra.	40 Km, NE, carretera S.L.P. – Río Verde, con presencia de suelo amarillo y piedra caliza, Rancho El Milagro, San Luis Potosí.

Por esto la revisión de redundancia sobre la localidad uniformizada (localidad) no se realiza en el proceso de control de calidad.

Uniformizar las descripciones de localidades, es un proceso subjetivo, por tal no establecer directrices básicas provoca que se tengan múltiples variantes de la misma localidad uniformizada al final del proceso, la Conabio en la Subdirección de Sistemas de Información Geográfica, utiliza las siguientes recomendaciones básicas:

Basado en la descripción original de la localidad, se recomienda uniformizar la información (si fuese necesario) en el orden y los ítems que se muestran en la siguiente lista:

1. Nombre de la localidad o rasgo geográfico principal.
2. Rasgo geográfico adicional de referencia.
3. Distancia recorrida de la localidad o rasgo geográfico principal al sitio, unidades de distancia abreviada (p. ej. m, km, mi) y anotaciones adicionales a la distancia (p. ej. aproximado).
4. Dirección cardinal y anotaciones adicionales a la dirección cardinal (p. ej. en línea recta, sobre).
5. Nombre de la vía de acceso (p. ej. río Papaloapan, carretera 157) y anotaciones adicionales a la vía de acceso (p. ej. en el *timberline*).
6. Distancias ortogonales: unidades y dirección cardinal (p. ej. 10 Km. Al N y seguir E 5 Km).
7. Referencias complementarias (p. ej. pasando la zonas de cultivos, tomando el sendero.).
8. Segunda localidad de referencia.

Se han excluido ítems como municipio, vegetación, altitud y otros que pudiesen encontrarse en la descripción original de la localidad ya que para estos el SNIB contempla campos específicos para su captura.

Es importante aclarar que no todas las descripciones de localidad contienen cada uno de estos ítems, aquellos datos no presentes, se deberán omitir, sin hacer referencia alguna de la no disponibilidad del dato, así mismo se debe separar cada uno de los datos de los ítems por medios de comas.

Utilizando los siguientes ejemplos de nombre de localidad original [LocalidadExtenso]:

- I. Rancho El Milagro 40 Km al NE de S.L. Potosí, carretera S.L.P. – Río verde, Mpio. Villa Zaragoza. Veg. Encinar: suelo amarillo con piedra.
- II. A 14 km al NW de Crucero Corozal. Sobre el Camino Palenque Boca Lacantum. Selva alta perennifolia.
- III. Paso de los Bueyes, Río Santiago, 12Km al E de Mojarras, brecha a Huajimic. Selva mediana subcaducifolia

Separando los ítems tenemos:

Orden	Ítem	Localidad I	Localidad II	Localidad III
1	Nombre de la localidad o rasgo geográfico principal	Rancho El Milagro	Crucero Corozal	Paso de los Bueyes
2	Rasgo geográfico adicional de			Río Santiago

Línea de base del crecimiento de macroalgas de tapete sobre el coral *Montastraea annularis* y un programa de monitoreo de ese crecimiento en el Parque Nacional arrecifes de Xcalak

	referencia			
3	Distancia recorrida de la localidad o rasgo geográfico principal al sitio, unidades de distancia abreviada y anotaciones adicionales a la distancia		14 Km	
4	Dirección cardinal y anotaciones adicionales a la esta		NW	
5	Nombre de la vía de acceso y anotaciones adicionales a la vía de acceso		Sobre el camino Palenque Boca Lacantum	
6	Distancias ortogonales: unidades y dirección cardinal			
7	Referencias complementarias	<i>Mpio. Villa Zaragoza. Veg. Encinar:</i> suelo amarillo con piedra caliza	<i>Selva alta perennifolia</i>	Selva mediana subcaducifolia
8	Segunda localidad de referencia	40 km al Ne de S.L. Potosí carretera S.L.P.- Río Verde		12 km al E de Mojarras, brecha a Huajimic

Se han *marcado* los ítems que corresponde a un campo específico para su captura dentro de Biótica, estos datos no se verterán en la localidad uniformizada, en los ejemplos anteriores fueron municipio y vegetación.

Siguiendo las líneas descritas tenemos:

Id Localidad	Localidad original [LocalidadOriginal]	Localidad (uniformizada)
1	Rancho El Milagro 40 Km al NE de S.L. Potosí, carretera S.L.P. – Río verde, Mpio. Villa Zaragoza. Veg. Encinar: suelo amarillo con piedra.	Rancho El Milagro, suelo amarillo con piedra caliza, 40 km al NE del S.L. Potosí, carretera S.L.P.- Río Verde.
2	A 14 km al NW de Crucero Corozal. Sobre el Camino Palenque Boca Lacantum. Selva alta perennifolia.	Crucero Corozal, 14 Km, NW, sobre el camino Palenque Boca Lacantum.
3	Paso de los Bueyes, Río Santiago, 12Km al E de Mojarras, brecha a Huajimic. Selva mediana subcaducifolia	Paso de los Bueyes, Río Santiago, 12 Km al E de Mojarras, brecha a Huajimic

7.5 Mismos datos de localidad, estado y municipio con coordenadas geográficas (sitios) diferentes. *Corregir o aclarar.*

IdNombreLocalidad	Nombre	NombreOriginal	TipoRegion	Region	IdSitio	LatitudInicial	LongitudInicial
2	Mahahual	Mahahual, Quintana Roo	País/Estado/Municipio	MEXICO/NA/NA	9	18° 41' 29"	-87° 42' 48"
2	Mahahual	Mahahual, Quintana Roo	País/Estado/Municipio	MEXICO/NA/NA	8	18° 41' 40"	-87° 42' 47"
2	Mahahual	Mahahual, Quintana Roo	País/Estado/Municipio	MEXICO/NA/NA	7	18° 42' 32"	-87° 42' 29"
4	Xahuaychol	Xahuaychol, Quintana Roo	País/Estado/Municipio	MEXICO/NA/NA	6	18° 29' 56"	-87° 45' 25"
4	Xahuaychol	Xahuaychol, Quintana Roo	País/Estado/Municipio	MEXICO/NA/NA	10	18° 30' 30"	-87° 45' 23"
4	Xahuaychol	Xahuaychol, Quintana Roo	País/Estado/Municipio	MEXICO/NA/NA	5	18° 30' 11"	-87° 45' 24"
3	Xcalak	Xcalak, Quintana Roo	País/Estado/Municipio	MEXICO/NA/NA	3	18° 15' 20"	-87° 49' 23"

Línea de base del crecimiento de macroalgas de tapete sobre el coral *Montastraea annularis* y un programa de monitoreo de ese crecimiento en el Parque Nacional arrecifes de Xcalak

3	Xcalak	Xcalak, Quintana Roo	País/Estado/Municipio	MEXICO/NA/NA	2	18° 15' 9"	-87° 49' 40"
3	Xcalak	Xcalak, Quintana Roo	País/Estado/Municipio	MEXICO/NA/NA	4	18° 16' 3"	-87° 49' 35"

Las tres coordenadas geográficas en cada localidad corresponden a tres réplicas (sitios) por localidad, de acuerdo a un diseño de muestreo para monitorear el avance de algas de tapete sobre el coral *Montastraea annularis*. La intención es representar la posible variabilidad ecológica de una localidad, recolectando algas habitando en tres sitios cercanos de la misma. Por ello es que se registraron tres coordenadas geográficas por localidad.

7.8 Incongruencia geográfica en la relación coordinada (sitio) y estado a partir de la verificación en un mapa digital de estados. *Corregir o aclarar.*

a) sitios con incongruencias que no han sido asociados a ejemplares

IdSitio	MAPA	ESTADO DM015	TipoSitio	Latitud Grados	Latitud Minutos	Latitud Segundos	Longitud Grados	Longitud Minutos	Longitud Segundos	ASOCIADO
10	ND	NA	1	18	30	30	-87	45	23	NOASOCIADO
9	ND	NA	1	18	41	29	-87	42	48	NOASOCIADO
8	ND	NA	1	18	41	40	-87	42	47	NOASOCIADO
7	ND	NA	1	18	42	32	-87	42	29	NOASOCIADO
6	ND	NA	1	18	29	56	-87	45	25	NOASOCIADO
5	ND	NA	1	18	30	11	-87	45	24	NOASOCIADO
4	ND	NA	1	18	16	3	-87	49	35	NOASOCIADO
3	ND	NA	1	18	15	20	-87	49	23	NOASOCIADO
2	ND	NA	1	18	15	9	-87	49	40	NOASOCIADO

Los ejemplares de las localidades de Xcalak y Xahuaychol los asociamos a tres regiones: 1) MÉXICO/NA/NA (porque los sitios están ubicados dentro de lagunas arrecifales, por lo que no se podía asociar a la parte continental); 2) Xcalac-Majahual (Áreas Marinas Prioritarias); y 3) Parque Nacional Arrecifes de Xcalak (Áreas Naturales Protegidas). Por su parte, los ejemplares de Mahahual solo están asociados a las dos primeras regiones, excepto a la tercera, porque no corresponde a un ANP. Sin embargo, es una localidad prometida dentro del convenio.

b) sitios con incongruencias que están asociados a ejemplares

Hay 192 ejemplares asociados a los sitios incongruentes.

Ver tabla: **7_08_SIB Sitios con incongruencias asoc a ejemp**, en la base de datos auxiliar anexa.

Ver nota anterior (punto 7.8a).

Fuente del mapa: División política estatal del país 1:1000 000 – Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), 2002. "Conjunto de Datos Vectoriales y Toponímicos". Escala 1:1000 000. México.

7.10 Incongruencia geográfica en la relación coordinada (sitio) y región distinta de país, estado y municipio a partir de la verificación en un mapa digital de regiones. *Corregir o aclarar.*

Con el SIG de Biótica se validaron las coordenadas geográficas con respecto de la Región Marina Prioritaria de México: Xcalac-Majahual (clave 67). Los resultados obtenidos indican que son consistentes.

Con el SIG de Biótica se validaron las coordenadas geográficas con respecto del Área Natural Protegida: Parque Nacional Arrecifes de Xcalak. Los resultados obtenidos indican que 5 sitios son consistentes y uno está en tolerancia.

Ver notas anteriores (punto 7.8a y b).

INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA

Se realizó la revisión de las 3 citas bibliográficas que se incorporaron a la base de datos.

Errores de omisión

1.1 Celdas vacías, con dato ND, 9999, NA o con algún texto que refiera que no cuenta con el dato en los siguientes campos. *Corregir, completar o aclarar.*

IdBibliografia	Autor	Anio	TituloPublicacion	TituloSubPublicacion	EditorialPais Pagina	EditoresCom piladores	NumeroVolumenAnio
797	sof	2007	x	X			x

La información de esta bibliografía no la anexamos nosotros. Tratamos de borrarla, porque no le vimos sentido a su presencia; sin embargo, el programa no permitió que elimináramos esta información. No podemos llenar ese campo, desconocemos la información de IdBibliografía 797. De hecho, sólo agregamos dos fuentes: 1) Littler, D.S. y M.M. Litter (2000), y 2) Wynne, M.J. (2005) antes de esta revisión. Sin embargo, en los cambios que le acabamos de realizar, acabamos de añadir una nueva bibliografía (Wynne, 1998) para cambiar el estatus del nombre de una especie (de sinónimo a correcto).

INFORMACIÓN EXTERNA

Errores de omisión

1.1 Archivos sin asociar a nombre o a ejemplar. *Favor de asociar los siguientes archivos a nombre o ejemplar.*

Existe **1** registro **no asociado** con información de la base de datos ([Polysiphonia bineney, cistocarpos.jpg](#)).

El archivo llamado “Polysiphonia bineneyi, cistocarpos.JPG” fue eliminado, porque el nombre de la foto estaba incorrecto. En su momento se cambió a “Polysiphonia binneyi, cistocarpos.JPG”, el cual se asoció al ejemplar 173, y olvidamos borrar esa fotografía. Ese objeto no relacionado no tenía razón de estar y fue eliminado.

ACCIONES PARA RESTRICCIÓN DE LA INFORMACIÓN

1.1 La información de restricción es la siguiente:

MesTermino	AnioTermino	Información restringida	Motivos	registros
12	2012	Toda	Los datos se van a utilizar para un publicación	1

12	2012	Toda	Los datos se van a utilizar para una publicación	191
----	------	------	--	-----

Nota:

Para la información de motivos se recomienda seguir un criterio uniforme de captura.

El error del IdEjemplar 1 fue de dedo y ya se realizó el cambio, se aumentó la letra “a” a la palabra “un”, quedando “una”.

INFORMACIÓN NO DISPONIBLE Y NO APLICABLE

Si en los campos de tipo texto hay registros con datos no disponibles, *deberán ser designados con ND* (No Disponible) y en caso de que la información no aplique y sea de tipo obligatoria *deberá ser designado con NA* (No Aplica), siempre y cuando el campo no cuente con un valor predeterminado.

El valor nulo se interpreta como ausencia de captura. Si los registros de tipo numérico contienen datos no disponibles como son: *latitud grados, latitud minutos, latitud segundos, longitud minutos, longitud segundos, día y mes de colecta y determinación*, deberán ser designados con 99; para el caso de la longitud grados, designarlos con -999; para el *año de colecta, año de determinación y altitud* designarlos con 9999.

COMENTARIOS

Las correcciones y aclaraciones marcadas en esta evaluación *deben realizarse al cien por ciento y serán entregadas por escrito siguiendo el mismo orden en el cual están referidas en este documento.*

Se anexa base de datos auxiliar DM01508021_RevisionSIB.mdb, con las tablas referidas en este documento.

Para dictaminar que la información de la base de datos es correcta será necesario realizar las correcciones indicadas. Para cualquier aclaración que los responsables tengan respecto de los conceptos vertidos en este escrito, favor de contactar a la Subdirección de Inventarios Bióticos con el analista M. en C. Héctor Rancel Cordero a la siguiente dirección de correo electrónico hector.rangel@conabio.gob.mx o al teléfono 50 04 50 00 (conmutador) 50 04 49 83 o 50 04 49 41 (directos).

A t e n t a m e n t e

M. en C. Liliana Lara Morales
Subdirectora de Inventarios Bióticos

Mensaje: Re: Dudas DM015

Enviado el: miércoles 04/06/2008 03:56 p.m.

De: Liliana Lara Morales [liliana.lara@conabio.gob.mx]
Para: ncetz@ecosur.mx
CC: jespino@ecosur.mx
Asunto: Re: Dudas DM015

Estimada Neidy:

En respuesta a tu correo te comento que de manera rápida revisé los puntos marcados en la información taxonómica y efectivamente algunos de estos no están asociados a los ejemplares que han dado de alta hasta el momento en la base de datos. En breve les estaré enviando respuesta a tu documento.

Te agradecemos tus comentarios y en ningún momento nos sentimos ofendidos ni tampoco es de nuestro interés iniciar ninguna larga serie de mensajes sin sentido, estamos a tus órdenes para cualquier duda que tengas respecto de la forma de captura y de las inconsistencias detectadas en la base de datos como parte del control de calidad.

Atentamente
Liliana Lara Morales

Mensaje: Dudas DM015

Enviado el: lunes 02/06/2008 03:33 p.m.

De: ncetz@ecosur.mx
Para: liliana.lara@conabio.gob.mx
CC: jespino@ecosur.mx; hectorh@ecosur.mx
Asunto: Dudas DM015
Datos adjuntos: MIBO8057 para Liliana.doc (164 KB)

Estimada M. en C. Liliana Lara Morales
Subdirectora de Inventarios Bióticos

A través de la presente le estamos enviando un archivo en "Word" con nuestras dudas y aclaraciones a la evaluación de la base de datos de algas del proyecto DM015.

Nos preocupa y nos sorprende que Uds. nos soliciten el 100 % de los cambios, porque, como verán en el documento anexo, gran parte de los errores que nos piden que cambiemos **no fueron hechos por nosotros**. Por teléfono ya le comentamos al maestro Rangel que podríamos hacer algunos cambios, si Uds. nos dicen cómo, pero no creo que debamos hacerlos todos, sobre todo porque la gran mayoría no fueron hechos por el ingreso de nuestros datos. Ustedes deben estar de acuerdo con que no es propio estar trabajando en algo que no nos corresponde.

Pueden corroborar lo que les decimos. Por ejemplo, nos piden que hagamos correcciones en los nombre de los autores, como la eliminación de espacios en la abreviatura de sus nombres. Sin embargo, si cotejan los nombres de autores en el archivo adjunto, se darán cuenta de que éstos no están relacionados con ninguno de los ejemplares que fueron ingresados por parte de este proyecto.

Esperamos no ofenderlos ni iniciar una larga serie de mensajes sin sentido, pero esperamos su respuesta y comprensión.

Dr. Julio Espinoza Avalos (responsable del proyecto en la parte de macroalgas)
Biól. Neidy P. Cetz Navarro (técnico)

DM015 “Caracterización del ANP Parque Nacional Arrecifes de Xcalak y formulación de un programa de monitoreo”

ESTRUCTURA

La estructura de la base de datos se revisó con una herramienta para verificar modelos de datos de bases creadas en Access. Esta herramienta nos permite comparar tablas, campos, tipos de datos, campos obligatorios, relación entre tablas, índices, reglas de validación, llaves primarias y foráneas.

NOTAS:

4. Tenemos dudas acerca del tipo de modificaciones que debemos hacer en *las tablas, campos, índices y llaves agregados* (ver abajo), ya que nos piden que las eliminemos en la próxima entrega, pero **nosotros no las agregamos**.
5. Desconocemos el significado de estos esquemas.
6. Cabe mencionar que una parte de los cambios que en su momento realizamos en Biótica 4.5, como el poder asociar la regiones a los sitios, fueron a través de llamadas telefónicas con diversos encargados de los diversos campos del mismo programa.

El reporte generado indica que el modelo de datos ha sido modificado en los siguientes aspectos:

Tablas agregadas en el modelo de datos

Tabla
%%Macroalgas
Nombre_original45

Campos agregados en el modelo de datos DM01508021.mdb

Tabla	Campo
%%Macroalgas	Clase
%%Macroalgas	Clase_autoridad
%%Macroalgas	Division/Phylum
%%Macroalgas	DivisionPhylum_autoridad
%%Macroalgas	Familia
%%Macroalgas	Familia_autoridad
%%Macroalgas	id_orden
%%Macroalgas	NombreCatalogo
%%Macroalgas	Orden
%%Macroalgas	Orden_autoridad
%%Macroalgas	Reino
%%Macroalgas	Reino_autoridad
%%Macroalgas	Rev
Nombre	letra
Nombre_original45	Anotacion
Nombre_original45	CitaNomenclatural
Nombre_original45	Estatus
Nombre_original45	Fuente
Nombre_original45	IdAscendObligatorio
Nombre_original45	IdCategoriaTaxonomica

Nombre_original45	IdNombre
Nombre_original45	IdNombreAscendente
Nombre_original45	Nombre
Nombre_original45	NombreAutoridad
Nombre_original45	NumeroFilogenetico
Nombre_original45	SistClasCatDicc
RelNombreBiblio	Disco

Llaves agregadas en el modelo de datos

Tabla	Campo	Tipo de llave
Nombre_original45	IdNombre	PK

Índices agregados en el modelo de datos

Tabla	Campo	Nombre del indice
Nombre	NombreAutoridad	_indice_
Nombre_original45	Nombre	_indice_
Nombre_original45	IdCategoriaTaxonomica	_indice_
Nombre_original45	IdNombreAscendente	_indice_
Nombre_original45	IdAscendObligatorio	_indice_
Nombre_original45	NombreAutoridad	_indice_
Nombre_original45	SistClasCatDicc	_indice_
Nombre_original45	IdNombre	_PrimaryKey_

Valores predeterminados diferentes

Tabla	Campo	Valor predeterminado	Valor correcto
NombreLocalidad	Nombre	Null	nulo

Las tablas, campos, índices y llaves agregados, valores de campos predeterminados, no afectan el funcionamiento de la base de datos. Sin embargo se le solicita eliminar previo a la próxima entrega, las consultas, tablas y campos que no correspondan al modelo de Biótica.

INFORMACIÓN DE PERSONAS Y GRUPOS

Errores de omisión

1.1 Celdas vacías, con dato ND, 9999, NA o con algún texto que refiera que no cuenta con el dato en los siguientes campos. *Corregir, completar o aclarar.*

IdPersona	ApellidoPaterno	ApellidoMaterno	Nombre	Abreviado
-----------	-----------------	-----------------	--------	-----------

Línea de base del crecimiento de macroalgas de tapete sobre el coral *Montastraea annularis* y un programa de monitoreo de ese crecimiento en el Parque Nacional arrecifes de Xcalak

IdPersona	ApellidoPaterno	ApellidoMaterno	Nombre	Abreviado
1	ND	ND	NA	ND
73	Kunth	Nulo	ND	Kunth, C.S.
382	Berthelot	Nulo	ND	Berthelot, S.
384	Hombron	Nulo	ND	Hombron, J.B.
385	Jacquinet	Nulo	ND	Jacquinet, H.
537	Fauche	Nulo	ND	Fauche, M.
538	Brongniart	Nulo	ND	Brongniart, A. T.
539	Chaubard	Nulo	ND	Chaubard, L. A.

Nota:

La persona con IdPersona 1 corresponde a lo que CONABIO denomina comodín, por lo que es necesario que en el campo Nombre se deje el dato ND.

En el caso del IdPersona 1 no se pudieron hacer los cambios porque Biótica 4.5 no lo permite.

Cabe destacar, sin embargo, que nosotros no incluimos esta información, ya que venía dentro de su base de datos original.

Errores tipográficos

2.1 Registros que presentan espacios al inicio del texto, presentan más de un espacio en el texto o carecen del espacio normal para separar el texto. *Corregir.*

IdPersona	Abreviado	ApellidoPaterno	ApellidoMaterno	Nombre
538	Brongniart, A. T. ■	Brongniart	Nulo	ND
539	Chaubard, L. A. ■	Chaubard	Nulo	ND

Se eliminó el espacio entre A. T. en el IdPersona 538 y L. A. en el 539.

De nuevo, destacamos que nosotros no incluimos esta información, ya que venía dentro de su base de datos original, de Ortega et al. (2001).

Errores de uniformidad

6.1 Registros que presentan discrepancias de uniformidad en el texto. *Uniformizar en la medida de lo posible, siempre que no se altere información que deba respetarse.*

IdPersona	ApellidoPaterno	ApellidoMaterno	Nombre	Abreviado
73	Kunth	Nulo	ND	Kunth, C.S.
382	Berthelot	Nulo	ND	Berthelot, S.
384	Hombron	Nulo	ND	Hombron, J.B.
385	Jacquinet	Nulo	ND	Jacquinet, H.
537	Fauche	Nulo	ND	Fauche, M.
538	Brongniart	Nulo	ND	Brongniart, A. T.
539	Chaubard	Nulo	ND	Chaubard, L. A.
540	Espinoza	Avalos	Julio	Espinoza-Avalos, J.
541	Cetz	Navarro	Neidy Pauline	Cetz-Navarro, N.P.
542	Quan	Young	Lizette Irene	Quan-Young, L.I.

Notas:

- El dato no debe ser vacío (*nulo*).
- Debe asignarse como NA (*No Aplica*) en el caso de personas que no utilicen el apellido materno.
- Si se desconoce el dato, debe capturarse como ND (*No Disponible*)¹.
- El dato debe capturarse con mayúsculas y minúsculas según corresponda.
- Se recomienda uniformizar la información contenida en el campo Abreviado, donde las iniciales de los nombres aparecen con espacios y sin espacios (*e. gr.* Kunth, C.S. y Chaubard, L. A.).

En este proyecto, **los únicos nombres** que se agregaron a la lista de grupos y personas fueron tres: Cetz-Navarro, N.P., Espinoza-Avalos, J. y Quan-Young, L.I.

Es decir, **la falta de uniformidad en este caso proviene de su base**. Los nombres de los otros autores del catálogo se desplegaron tal cual ahora nos dicen que corriamos. Sin embargo, en el apellido materno de todos los autores cambiamos la palabra “Nulo” por “ND”.

Reiteramos que la palabra “NA” en el nombre del IdPersona ND no se pudo cambiar, porque el sistema no lo permitió.

INFORMACIÓN TAXONÓMICA-BIOGEOGRÁFICA

Errores de omisión

1.3 Taxones sin el nombre de la autoridad o año de la descripción. *Completar o aclarar.*

IdNombre	NombreCategoríaTaxonomica	Nombre	NombreAutoridad
1787	género	Neogardhiella	ND
1784	género	Corallocephalus	Kützing
1402	género	Rivularia	C. Agardh ex Bomet & Flahault
290	género	Rosenvingia	Børgesen
239	género	Lophocladia	Schmitz
1215	especie	Ceramium gracillimum	(Kützing) Griffiths & Harvey

Notas:

- El dato no debe ser vacío (*nulo*).
- El dato no debe ser ND (*No Disponible*) para autoridad y 9999 (*No Disponible*) para año.
- Para grupos botánicos cada nombre de autor o autores debe abreviarse de acuerdo al estándar (ej. Brummitt & Powell, 1992, Pichi, 1986 y Villaseñor, 2001) indicado en la sección 3 recomendación 46A Nota 1 del CINB (1999).
- Debe capturarse el caracter & (*ampersand*) para concatenar al último autor.
- El dato del año debe expresarse en cuatro dígitos

Nosotros no incluimos la información correspondiente a los 6 taxones de la tabla 1.3, por lo que opinamos que no nos corresponde corregir estos “Errores de omisión”. No tenemos ningún ejemplar con el nombre de los primeros 5 géneros y no tenemos ningún ejemplar de la especie *Ceramium gracillimum*.

Errores tipográficos

2.1 Registros que presentan espacios al inicio del texto, presentan más de un espacio en el texto o carecen del espacio normal para separar el texto. *Corregir*.

IdNombre	CategoríaTaxonomica	Nombre	TipoDistribucion	Observaciones
392	especie	Halimeda incrassata	Actual	Bahía del Espíritu Santo, Chac-Mool, Punta Estrella, Punta Pájaros, ■ Bahía de la Ascensión.
412	especie	Avrainvillea rawsonii	Actual	Hualapich, Punta Solimán, Xcacel, ■ Zamach.
419	especie	Penicillus pyriformis	Actual	Chac-Mool, Punta Estrella, ■ Xoquem.
455	especie	Chaetomorpha geniculata	Actual	Puerto de Chetumal, ■ Xcalak.
457	especie	Chaetomorpha linum	Actual	Puerto Chetumal, ■ Xcalak.
610	especie	Padina gymnospora	Actual	Arrecife de Enmedio, Arrecife de Hornos, Arrecifes ■ e ■ islas situados frente al Puerto de Veracruz y Punta Antón Lizardo, Isla de Enmedio, Isla Sacrificios, Isla Santiaguillo, Isla Verde
715	especie	Asparagopsis taxiformis	Actual	Chac-Mool, Punta Estrella, ■ Xoquem.
770	especie	Spermothamnion gymnocarpum	Actual	Isla de la ■ Pasión.
808	especie	Taenioma nanum	Actual	Extremo Norte Arrecife ■ Hornos.
840	especie	Chondria polyrhiza	Actual	Cayo Culebra, Cayo Valencia, Isla Cancún (actualmente unida al continente), Isla de la Pasión.
889	especie	Polysiphonia ferulacea	Actual	Bahía de la Ascensión, ■ Xoquem.
892	especie	Polysiphonia gorgoniae	Actual	Caletilla, El Muelle, Playa ■ San Juan.
919	especie	Amphiroa rigida	Actual	Arrecife de Enmedio, Arrecife de Lobos, Arrecife ■ Hornos, Isla Blanquilla, Isla de Enmedio, Isla de Lobos, Isla Sacrificio, Isla Santiaguillo, Isla Verde.
924	especie	Haliptilon cubense	Actual	Arrecife de Enmedio, Isla de Enmedio, Isla Sacrificios, Isla ■ Verde.
1060	especie	Gracilaria caudata	Actual	Arrecife costero ■ viejo.
1195	forma	Herposiphonia secunda tenella	Actual	Caleta Xel-há, Hualapich, Punta Piedras?, ■ Zamach.
1295	especie	Blennothrix lyngbyacea	Actual	Localidad: Boca de Jesús María, límite con el Mpio. de Soto la Marina. Unidad Experimental 'Los Legales'.

Los errores de esta tabla no fueron hechos por nosotros ni por el ingreso de nuestros datos, ya que así están incluidos en su base de datos. Aunque quisiéramos corregirlos no podríamos, ya que no podríamos salvar los cambios, ya que Biótica no lo permite. Además, sólo hemos

ingresado ejemplares de unas pocas especies de esta tabla; repitiendo nuevamente, sin haber agregado las observaciones de los sitios.

Errores de convención

5.1 Datos capturados sin utilizar las convenciones o reglas de sintaxis establecidas. *Corregir o aclarar.*

Existen 180 registros con el dato de sistema de clasificación capturado sin utilizar las convenciones. Ver tabla: **5_01_SIB Sistema de Clasificación sin convenciones** en la base de datos auxiliar anexa.

Notas:

- El dato para autor o autores debe capturarse en mayúsculas y minúsculas según corresponda.
- El dato del año debe expresarse en cuatro dígitos.
- Debe capturarse el caracter & (*ampersand*) para concatenar al último autor.
- El dato debe capturarse con una coma para separar el año de publicación del autor o autores.
- El dato de año de publicación cuando existe un intervalo debe separarse con un guión.

Toda la información que ustedes nos solicitan corregir no fue introducida al sistema por nosotros, ya que forma parte del catálogo de Ortega *et al.* (2001) que ustedes proporcionan. Sin embargo, realizamos los cambios que corresponden a las cuatro especies y un sinónimo que nosotros registramos en nuestras muestras (*Dichothrix penicillata*, *D. utahensis*, *Lyngbya majuscula* y *L. sordida* (sinónimo *L. polychroa*)).

5.2 Autoridades de taxones capturadas sin utilizar las convenciones establecidas. *Corregir o aclarar.*

IdNombre	CategoríaTaxonomica	Nombre	NombreAutoridad
1242	género	Solentia	Ercegovic', 1927
1243	especie	Solentia stratosa	Ercegovic', 1927

Notas:

- Para grupos botánicos cada nombre de autor o autores debe abreviarse de acuerdo al estándar (ej. Brummitt & Powell, 1992) indicado en la sección 3 recomendación 46A Nota 1 del CINB (1999).
- Debe capturarse el caracter & (*ampersand*) para concatenar al último autor.
- El dato del año debe expresarse en cuatro dígitos

Nosotros no incluimos esta información en la base de Biótica 4.5, y desconocemos esos taxones, ya que no tenemos ningún ejemplar ingresado.

INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Errores de convención

5.2 Nombres de tipos de región capturados sin utilizar el dominio de valores actuales establecido en el descriptor de tipo de región / catálogo de regiones. *Corregir.*

TipoRegion
Pais/Mares

Nota:

El tipo de la región debe capturarse en singular.

Aunque la palabra Mares venía tal cual en su base de datos original, realizamos el cambio por la palabra “Mar” en el catálogo de regiones.

INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA

Se realizó la revisión de las 3 citas bibliográficas que se incorporaron a la base de datos.

Errores de omisión

1.1 Celdas vacías, con dato ND, 9999, NA o con algún texto que refiera que no cuenta con el dato en los siguientes campos. *Corregir, completar o aclarar.*

IdBibliografia	Autor	Anio	TituloPublicacion	TituloSubPublicacion	EditorialPais Pagina	EditoresCom piladores	NumeroVolumenAnio
797	sof	2007	x	x			x

La información de esta bibliografía no la anexamos nosotros. Tratamos de borrarla, porque no le vimos sentido; sin embargo, el programa no permitió que elimináramos esta información. No podemos llenar ese campo, desconocemos la información de IdBibliografía 797. De hecho, antes sólo agregamos dos fuentes: 1) Littler, D.S. y M.M. Litter (2000), y 2) Wynne, M.J. (2005). Sin embargo, por los cambios que acabamos de realizar, añadimos una nueva bibliografía (Wynne, 1998) para poder cambiar el estatus del nombre de una especie (de sinónimo a correcto).

Mensaje: Dudas

Enviado el: jueves 22/05/2008 02:29 p.m.

De: nctez@ecosur.mx
Para: hector.rangel@conabio.gob.mx
CC: jespino@ecosur.mx
Asunto: Dudas
Datos adjuntos: MIBO8057.doc (503 KB); Dudas DM015.doc (53 KB)

Estimador M. en C. Rangel:

Como Ud. sugirió, en el archivo anexo le estamos enviando las dudas que tenemos con respecto a las observaciones de la base de datos de Biótica 4.5, del proyecto DM015, que Uds. nos enviaron. Esperamos que nuestras dudas puedan ser solucionadas.

Sin otro asunto en particular nos despedimos y le agradecemos de antemano todas sus atenciones.

Línea de base del crecimiento de macroalgas de tapete sobre el coral *Montastraea annularis* y un programa de monitoreo de ese crecimiento en el Parque Nacional arrecifes de Xcalak

Biól. Neidy Cetz Navarro (Técnico) y Dr. Julio Espinoza Avalos (Responsable).

P.D. En el otro archivo anexo también nos hemos permitido enviarle el borrador de nuestras respuestas, con el fin de que nuestras dudas tal vez sean más claras, a la vez que esperamos recibir sus comentarios al respecto.

Proyecto DM015 “Caracterización del ANP Parque Nacional Arrecifes de Xcalak y formulación de un programa de monitoreo”
El Colegio de la Frontera Sur – Unidad Chetumal
Av. Centenario km. 5.5
Tel. (938) 83 5 04 40 ext. 4312

APÉNDICE 2

Relación de imágenes relevantes del trabajo de campo

Relación de imágenes relevantes del trabajo de campo dentro del Proyecto DM015, con el número de imagen referida en el texto, el nombre del autor (Humberto Bahena Basave= HBB), la localidad (Mahahual= Ma, Xahuaychol= Xa, Xcalak= Xc), el Estado Quintana Roo= Q Roo), la fecha de obtención de la imagen (día/mes/año) y una descripción sintética de lo que se representa en cada imagen.

Imagen	Autor	Localidad	Estado	Fecha	Descripción
01	HBB	Xa	Q Roo	21/06/07	Marca de acero inoxidable usada para identificar a rametos del coral <i>Montastraea annularis</i> en un proyecto de monitoreo de crecimiento de algas sobre el coral.
02	HBB	Ma	Q Roo	25/06/07	Rameto del coral <i>Montastraea annularis</i> con cintas plásticas métricas para luego tomar fotografías de cada cuadrante y obtener el área de tejido vivo. El rameto se marcó en una parte muerta con el uso de una aguja.
03	HBB	Ma	Q Roo	25/06/07	Rameto del coral <i>Montastraea annularis</i> con una cinta plástica métrica para luego obtener el área de tejido vivo del coral. El rameto se marcó en la base con un cincho de alambre de acero inoxidable.
04	HBB	Xa	Q Roo	21/06/07	Colocación con alicates de un cincho de alambre de acero inoxidable en la base del coral <i>Montastraea annularis</i> para un estudio de monitoreo de crecimiento de algas sobre el coral.
05	HBB	Ma	Q Roo	20/06/07	Geneto del coral <i>Montastraea annularis</i> de forma convexa, con algunos rametos marcados (indicados con cinta fosforescente) para un estudio de monitoreo de crecimiento de algas sobre el coral.
06	HBB	Xa	Q Roo	21/06/07	Geneto del coral <i>Montastraea annularis</i> de forma aplanada, con algunos rametos marcados (indicados con cinta fosforescente) para un estudio de monitoreo de crecimiento de algas sobre el coral.
07	HBB	Xa	Q Roo	21/06/07	Geneto del coral <i>Montastraea annularis</i> de forma aplanada, con algunos rametos marcados (indicados con cinta fosforescente) para un estudio de monitoreo de crecimiento de algas sobre el coral.
08	HBB	Xa	Q Roo	21/06/07	Registro de información de campo en formatos preparados e impresos en hojas de papel Herculene, en un estudio de monitoreo de crecimiento de algas sobre el coral <i>Montastraea annularis</i> .
09	HBB	Xa	Q Roo	26/06/07	Colocación cruzada de dos cintas métricas sobre un rameto del coral <i>Montastraea annularis</i> para la obtención del área de tejido vivo en un estudio de monitoreo de crecimiento de algas sobre el coral.
10	HBB	Xc	Q Roo	27/06/07	Colocación cruzada de dos cintas métricas sobre un rameto del coral <i>Montastraea annularis</i> para la obtención del área de tejido vivo en un estudio de monitoreo de crecimiento de algas sobre el coral.
11	HBB	Ma	Q Roo	25/06/07	Marca (137) de acero inoxidable usada para identificar a un rameto del coral <i>Montastraea annularis</i> en un proyecto de monitoreo de crecimiento de algas sobre el coral.
12	HBB	Ma	Q Roo	25/06/07	Vista superior del rameto 137, de un coral <i>Montastraea annularis</i> , con dos cintas métricas cruzadas para la obtención del área de tejido vivo en un estudio de monitoreo de crecimiento de algas sobre el coral.
13	HBB	Ma	Q Roo	25/06/07	Vista de un cuadrante formado con dos cintas métricas cruzadas en el rameto 137 del coral <i>Montastraea annularis</i> para la obtención del área de tejido vivo en un estudio de monitoreo de crecimiento de algas sobre el coral.

14	HBB	Ma	Q Roo	25/06/07	Vista de un cuadrante formado con dos cintas métricas cruzadas en el rameto 137 del coral <i>Montastraea annularis</i> para la obtención del área de tejido vivo en un estudio de monitoreo de crecimiento de algas sobre el coral.
15	HBB	Ma	Q Roo	25/06/07	Vista de dos cuadrantes formados con dos cintas métricas cruzadas en el rameto 137 del coral <i>Montastraea annularis</i> para la obtención del área de tejido vivo en un estudio de monitoreo de crecimiento de algas sobre el coral.
16	HBB	Ma	Q Roo	25/06/07	Marca (144) de acero inoxidable usada para identificar a un rameto del coral <i>Montastraea annularis</i> en un proyecto de monitoreo de crecimiento de algas sobre el coral.
17	HBB	Ma	Q Roo	25/06/07	Vista superior del rameto 144, de un coral <i>Montastraea annularis</i> , con una cinta métrica para la obtención del área de tejido vivo en un estudio de monitoreo de crecimiento de algas sobre el coral.
18	HBB	Ma	Q Roo	25/06/07	Vista de una mitad del rameto 144, del coral <i>Montastraea annularis</i> , con una cinta métrica para la obtención del área de tejido vivo en un estudio de monitoreo de crecimiento de algas sobre el coral.
19	HBB	Ma	Q Roo	25/06/07	Vista de una mitad del rameto 144, del coral <i>Montastraea annularis</i> , con una cinta métrica para la obtención del área de tejido vivo en un estudio de monitoreo de crecimiento de algas sobre el coral.
20	HBB	Ma	Q Roo	25/06/07	Marca (359) de acero inoxidable usada para identificar a un rameto del coral <i>Montastraea annularis</i> en un proyecto de monitoreo de crecimiento de algas sobre el coral.
21	HBB	Ma	Q Roo	25/06/07	Vista superior del rameto 359, del coral <i>Montastraea annularis</i> , con una cinta métrica para la obtención del área de tejido vivo en un estudio de monitoreo de crecimiento de algas sobre el coral.
22	HBB	Ma	Q Roo	11/09/07	Geneto del coral <i>Montastraea annularis</i> mostrando que las marcas usadas para marcar genetos en un estudio de monitoreo del crecimiento de algas sobre el coral resistieron el embate del huracán Dean en 2007.
23	HBB	Ma	Q Roo	11/09/07	Rameto del coral <i>Montastraea annularis</i> mostrando que la marca de aguja de acero inoxidable, usada como marca en un estudio de monitoreo del crecimiento de algas sobre el coral, resistieron el embate del huracán Dean en 2007.
24	HBB	Ma	Q Roo	11/09/07	Rameto del coral <i>Montastraea annularis</i> mostrando que la marca de cincho de acero inoxidable, usada como marca en un estudio de monitoreo del crecimiento de algas sobre el coral, resistieron el embate del huracán Dean en 2007.
25	HBB	Ma	Q Roo	27/06/07	Densidad alta del erizo <i>Diadema antillarum</i> en Mahahual, antes del paso del huracán Dean en 2007.
26	HBB	Ma	Q Roo	30/10/07	Densidad alta del erizo <i>Diadema antillarum</i> en Mahahual, después del paso del huracán Dean en 2007.

APÉNDICE 3

Artículo científico publicado:

Jorgensen, P., J. Espinoza-Avalos y H. Bahena-Basave. 2009. High population density survival of the sea urchin *Diadema antillarum* (Philippi, 1845) to a category 5 hurricane in southern Mexican Caribbean. *Hidrobiológica* 18(3): 239-242