

IMPACTOS A LOS ARRECIFES CORALINOS ENTRE PUNTA CAFEMBA A PLAYA COFRESÍ, PUERTO PLATA, REPÚBLICA DOMINICANA

Dr. Alejandro Herrera Moreno
Dra. Liliana Betancourt Fernández
Programa EcoMar, Inc.

RESUMEN. Se ofrecen los resultados de una evaluación ecológica de los arrecifes coralinos entre Punta Cafemba y Playa Cofresí, Puerto Plata, hasta unos 20 m de profundidad. Los ecosistemas y ambientes marinos estuvieron representados por fondos arenosos con o sin pastos marinos y macroalgas, parches rocosos-coralinos someros y fondos rocosos arrecifales. La estructura ecológica del arrecife estudiado refleja claramente la situación histórica de una región sometida a fuertes impactos antrópicos. Una baja diversidad y abundancia de especies de corales, esponjas y octocoralios, con dominancia de formas pequeñas e incrustantes del coral estrellado *Siderastraea radians* y una cobertura de algas/ sedimentos mayor de un 95%, fundamentan esta afirmación. Los impactos se relacionan con el aporte terrígeno de los varios arroyos que desembocan en la costa, la transformación del litoral (en especial el corte de manglares en Cofresí) relacionado con el desarrollo turístico y fundamentalmente la contaminación procedente de la Bahía de Puerto Plata.

ABSTRACT. The results of an ecological assessment of coral reefs between Punta Cafemba and Playa Cofresí, Puerto Plata, until 20 m deep, are presented. The ecosystems and marine environments were represented by sandy bottoms (with or without sea grasses and macroalgae), shallow coral patches and rocky bottoms. The ecological structure of the studied reef reflects clearly the historical situation of a region submitted to strong anthropogenic impacts. A low diversity and abundance of coral, sponges and octocorals species; high dominance of small forms of the lesser starled coral *Siderastraea radians* and algae coverage higher than 95%, are clear indicators of this situation. The impacts are related to the terrigenous input of different creeks that flow into the coast, the transformation of the littoral zone (especially the destruction of Cofresí swamps) related to the tourist development and fundamentally the pollution from the Puerto Plata Bay.

INTRODUCCIÓN

La plataforma marina de la Provincia Puerto Plata ha sido históricamente objeto de algunas investigaciones generales de ecología marina, pero han estado concentradas básicamente en la región de Sosúa donde existen reportes de especies de algas (Almodóvar y Bonnelly, 1977), equinodermos (Cicero, 1981), moluscos (Díaz y Bonnelly, 1978) y peces (Terrero y Bonnelly, 1978). También existen inventarios de moluscos de Playa Cabarete (Díaz y Bonnelly, 1978) y de equinodermos de Cafemba (Cicero, 1981; Cicero *et al.*, 1976). Álvarez *et al.* (1998) ofrecen una caracterización general de la flora y la fauna marina en la Bahía de Puerto Plata y su entorno, que llega hasta Punta Cafemba.

En relación con los arrecifes coralinos –que es el ecosistema que nos ocupa- Geraldés (1994) ofrece información de las características generales de los arrecifes de Luperón, Playa Dorada y Sosúa con inventarios de algas, corales, octocoralios, esponjas y peces y datos de cobertura. ScandiaConsult (1995) realizó un estudio preliminar de los arrecifes en dos perfiles al Este y

Oeste de la Bahía de Puerto Plata para evaluar el impacto de las actividades portuarias. Como parte de investigaciones enfocadas hacia el impacto del desarrollo del turismo costero en la provincia sobre el ambiente marino, Betancourt y Herrera (2001) realizaron una descripción de la estructura ecológica de corales y octocoralios en la Ensenada de Sosúa y Torres y Gough (2006) un monitoreo arrecifal en el arrecife de Playa Dorada. No hemos hallado estudios análogos que cubran todo el espacio marino entre Punta Cafemba y Playa Cofresí, por lo que el presente reporte ofrece los primeros datos sobre la situación de los arrecifes coralinos en dicha región. Este estudio fue realizado con la participación de los buzos de la concesionaria de buceo Sea Pro Diver de Cofresí como parte de las experiencias de investigación y educación ambiental que el Programa EcoMar ha comenzado a implementar con el personal de buceo profesional en los centros turísticos costeros del país.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se ubicó en el espacio marino entre Punta Cafemba a Playa Cofresí y áreas colindantes, teniendo como límite mar afuera las isobatas de 15 a 20 m, aproximadamente. Las observaciones de los diferentes tipos de fondo para determinar la presencia y desarrollo potencial de las diferentes zonas del arrecife coralino se realizaron de dos formas: a) directamente mediante buceo autónomo con SCUBA (en profundidades de 5 a 20 m) o snorkel (en profundidades de 0 a 5 m), éste último mediante natación y/o remolque desde embarcación y b) indirectamente empleando un dispositivo de observación remota Modelo Aqua-Vu Serie SV, con cámara submarina con alcance de 30 m (ver Registro fotográfico).

El buceo directo con SCUBA se realizó en tres perfiles básicos de exploración ubicados de manera equidistante (Figura 1), donde los buceos se efectuaron avanzando de mayor a menor profundidad, es decir desde 15-20 m hasta la zona de rompientes. En los espacios entre perfiles se realizaron buceos aislados de complementación con SCUBA por encima de 5 m, con snorkel a menor profundidad y observaciones remotas. En particular, el Perfil 1, permitió obtener información de la situación del desarrollo coralino al Este del área de estudio, en relación con eventos pasados de dragado, el aporte de los sedimentos del Río San Marcos y la contaminación de la ciudad de Puerto Plata.

El buceo directo con SCUBA o snorkel permitió hacer observaciones particulares de los tipos de fondos, identificar las diferentes especies coralinas (con énfasis en algas, corales y octocoralios), detectar la presencia y extensión de fenómenos de blanqueamiento coralino o enfermedades y evaluar los elementos de la cobertura del fondo, según las pautas del Manual de Monitoreo de Arrecifes Coralinos (Rogers, 1994). Las observaciones desde la embarcación con cámara remota submarina permitieron ampliar el espacio de evaluación de los tipos de fondo de una manera rápida. Toda esta información se complementó con la georeferenciación y fotointerpretación de las fotos aéreas de Google Earth (Figura 2) y del INDHRI (Figura 3), manejando las imágenes cromáticamente para la mejor definición de los cambios asociados a las variaciones del sustrato y realizando las comprobaciones de campo correspondientes.

Para aproximarnos a la situación batimétrica general de la región de estudio se emplearon como fuentes de datos de profundidad: a) la Hoja Topográfica de Puerto Plata del Instituto Cartográfico Militar en Escala 1:50,000, b) la Carta Náutica de la Bahía de Puerto Plata del Instituto Cartográfico Militar en Escala 1:5,000, c) las coordenadas XYZ producto de la digitización de la

costa Norte dominicana de Mercado y Justiniano (2000) y d) nuestras mediciones *in situ* durante el presente estudio con Ecosonda Portátil SCUBAPRO Modelo PDS-2, con alcance de 100 m. El interés en la batimetría estuvo centrado en tener un panorama general de las características básicas de la pendiente submarina y lograr un límite de trabajo mar afuera (definido finalmente hacia la isobata de 20 m), más que en detallar las variaciones de profundidad en una zona de gran heterogeneidad topográfica submarina.



Figura 1. Fragmento de la Hoja Topográfica de Puerto Plata indicando el área de estudio (bordeada en línea roja) entre Cofresí y Cafemba. El límite mar afuera alcanza aproximadamente la isobata de 20 m.

Todos los puntos de observación y/o muestreo fueron georeferenciados con un GPS Magellan 315. Las coordenadas están referidas al NAD-27 para la región del Caribe. En la Hoja Topográfica y la Carta Náutica -como fuentes de datos batimétricos- se adquirieron mediante digitización los datos de UTM's Norte y Este y profundidad, obteniéndose una matriz de coordenadas XYZ que fue complementada con los datos que ofrecen Mercado y Justiniano (2000) y nuestros propios sondeos. Todos los datos fueron introducidos al Modelo Krigging del Programa Golden Surfer (calculando el variograma de ajuste), para obtener así un modelo de la batimetría plana de valor descriptivo general de la topografía submarina de la plataforma en la región de interés.



Figura 2. Foto aérea de Google Earth Pro georeferenciada para el presente estudio.

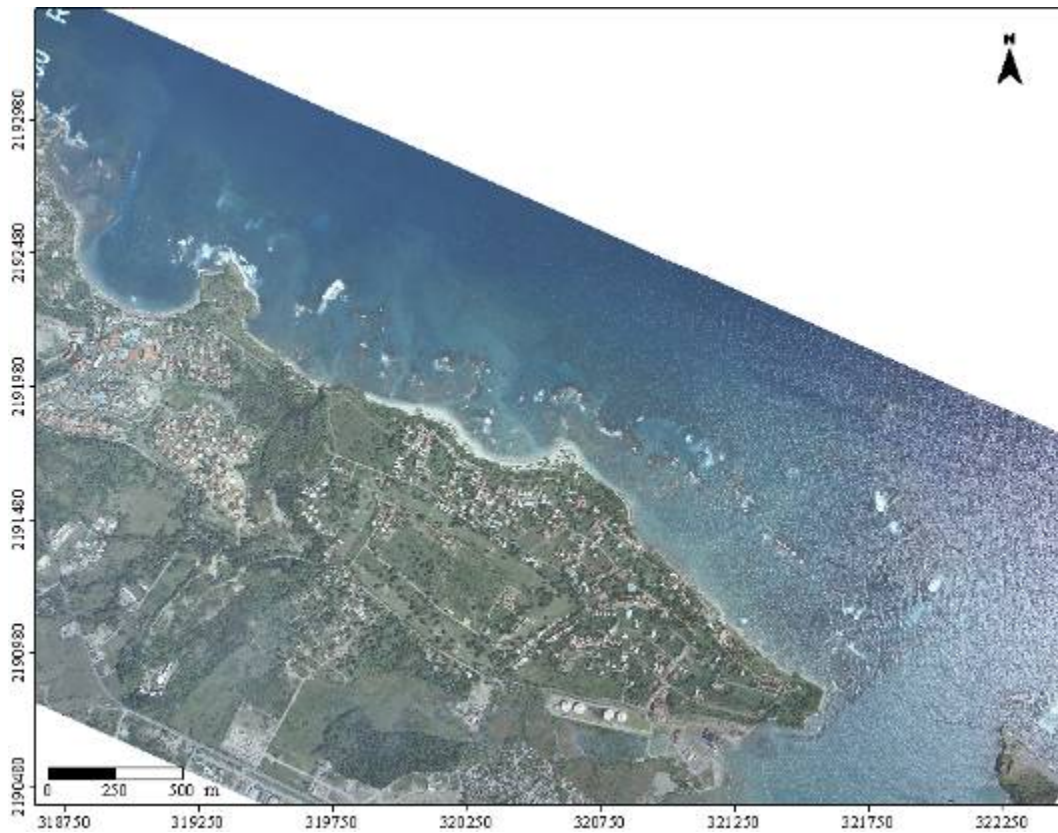


Figura 3. Foto aérea del INDHRI rotada 24° y georeferenciada para el presente estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción de hábitats marinos y biota asociada

De manera general, en la región de estudio, desde la orilla hasta unos 20 m de profundidad aproximadamente, se localizan los siguientes ecosistemas y ambientes marinos: fondos arenosos con o sin pastos marinos y macroalgas, parches rocosos-coralinos someros –continuos o fragmentados- y fondos rocosos arrecifales –con diferentes grados de inclinación- correspondientes a la zona ecológica de la explanada arrecifal (Figura 4). Todas estas estructuras tienen una génesis arrecifal y cuentan con la presencia de representantes típicos del ambiente coralino como algas, esponjas, corales y octocoralios pero –como veremos- no existen arrecifes coralinos desarrollados en el espacio estudiado.

Fondos arenosos con/sin pastos marinos y macroalgas

Con la excepción de tres salientes rocosos (en Punta Martineta, Gurapito y Playa Grande), hacia la orilla dominan los fondos de arena -con o sin pastos marinos- donde aparecen mezcladas varias especies de macroalgas. El pasto dominante es la yerba de tortuga *Thalassia testudinum*, si bien en los espacios de influencia de agua dulce pueden hacerse abundantes otras especies de fanerógamas como *Syringodium filiforme* o *Halodule wrightii*. Hacia la cuenca arenosa de mayor profundidad las fanerógamas comienzan a ser sustituidas por campos de algas de la especie *Caulerpa prolifera*. En los sectores más protegidos, los pastos marinos pueden cubrir casi totalmente el fondo arenoso. Entre los elementos más conspicuos de la fauna sobre los pastos marinos se encuentra al erizo blanco *Tripneustes ventricosus*. Además, está reportado el lambí *Strombus gigas* (Álvarez *et al.*, 1998) actualmente diezariado por la sobrepesca. Los representantes típicamente arrecifales, como los corales, están ausentes en el fondo arenoso, dada la carencia de sustrato firme y solamente se observan algunas especies de octocoralios como *Pterogorgia citrina*, capaces de colonizar pequeños espacios rocosos en el sustrato particulado.

Los fondos de arena se presentan a manera de franjas estrechas como continuación de las playas arenosas que ocupan la mayor parte del litoral. El fondo arenoso puede continuar directamente mar afuera proyectándose en forma de canales alargados, pero en la mayor parte del área su continuidad se interrumpe por la presencia de los parches rocosos coralinos –continuos o fragmentados- dando lugar a fondos mixtos donde se alterna la roca con canales de arena. Detrás de la meseta rocosa, tras una zona de embate (que no permite la acumulación de sedimentos), puede continuar el fondo arenoso que va transitando hacia mayor profundidad en la explanada rocosa del arrecife. Los fondos arenosos someros que se ubican entre la playa y los parches rocosos coralinos son representativos -en cierta forma- de la laguna arrecifal que caracteriza los arrecifes de barrera, aunque la gran fragmentación de las mesetas en esta región no ofrece una protección completa a la costa. Por otra parte, la franja de arena de la pendiente submarina entre la meseta y la orilla tienen una corta extensión con un ancho máximo de unos 50 m en la Ensenada de Cofresí.

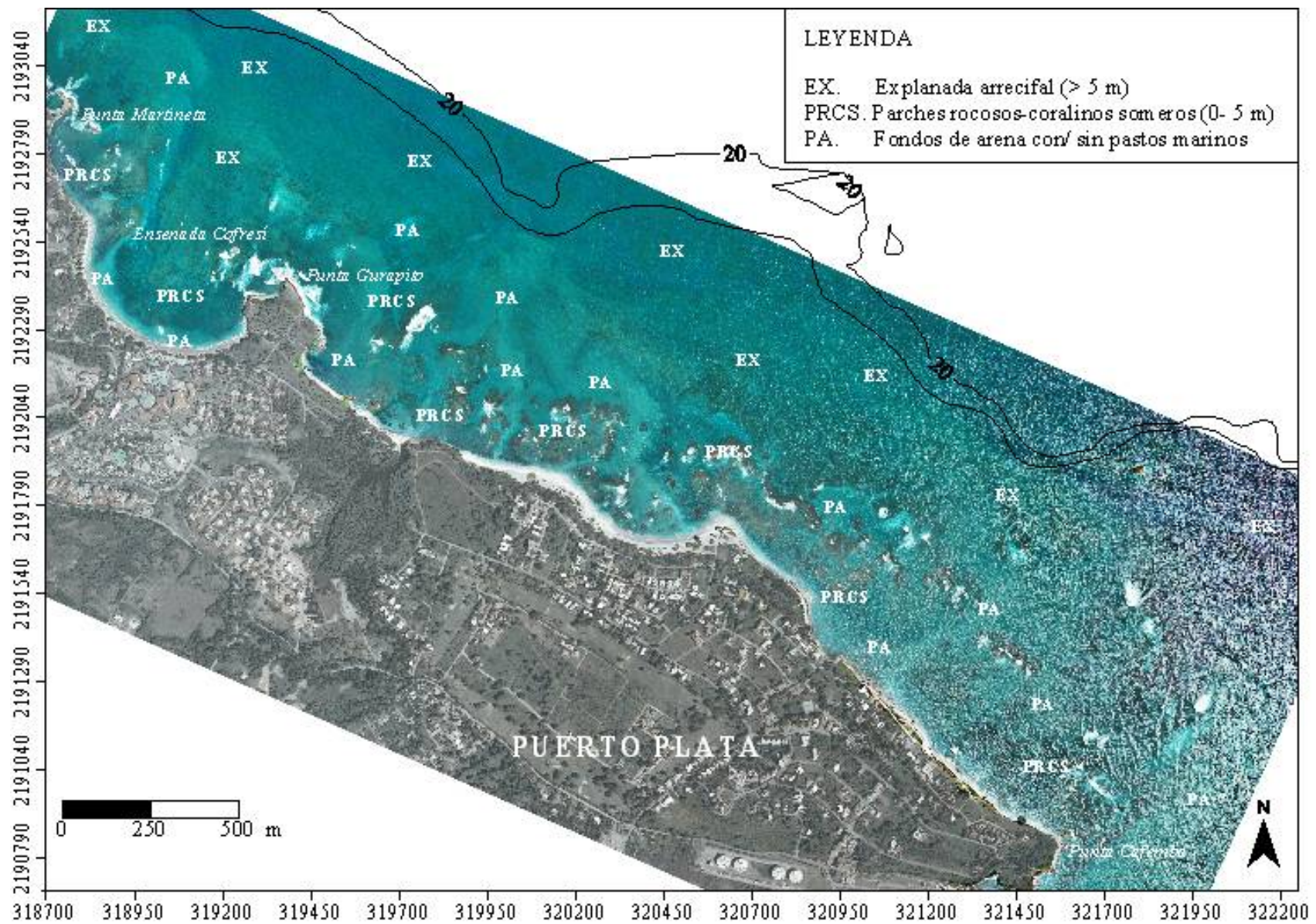


Figura 4. Tipos generales de fondos marinos entre Playa Cofresí y Punta Cafemba. Se indican las isobatas de 15 y 20 m modeladas en este estudio.

Parches rocosos-coralinos someros

Los parches rocosos coralinos someros (0 a 5 m) que a veces emergen a la superficie formando una fuerte rompiente, son un elemento típico de la región, que se comporta de manera similar a una barrera arrecifal, si bien no se trata de una barrera de coral en pleno crecimiento y desarrollo sino parches rocosos de origen coralino actualmente cubiertos por algas y sedimentos. Estos parches aparecen generalmente fragmentados, como se observa en toda la costa de Playa Grande, pero pueden presentarse más unidos formando una meseta más o menos continua como se observa hacia la Ensenada de Cofresí y en Punta Cafemba. Estas estructuras, deben haber constituido barreras coralinas importantes pues de hecho son las únicas formaciones arrecifales que reconoce el Reef Base (2009) en sus Sistema de Información Geográfica para República Dominicana (Figura 5) pero actualmente la cobertura coralina no sobrepasa el 5% y predomina la matriz rocosa cubierta en su mayor parte por algunas especies de algas de porte bajo o fuerte sujeción. De manera aislada se observaron ejemplares de *Acropora palmata* en crecimiento, del coral cerebro *Diploria clivosa*, el coral de fuego *Millepora alcicornis* y el coral estrellado *Siderastraea radians*. En la matriz rocosa eran abundantes los erizos horadadores *Echinometra lucunter* y *E. viridis* y el erizo negro *Diadema antillarum*.

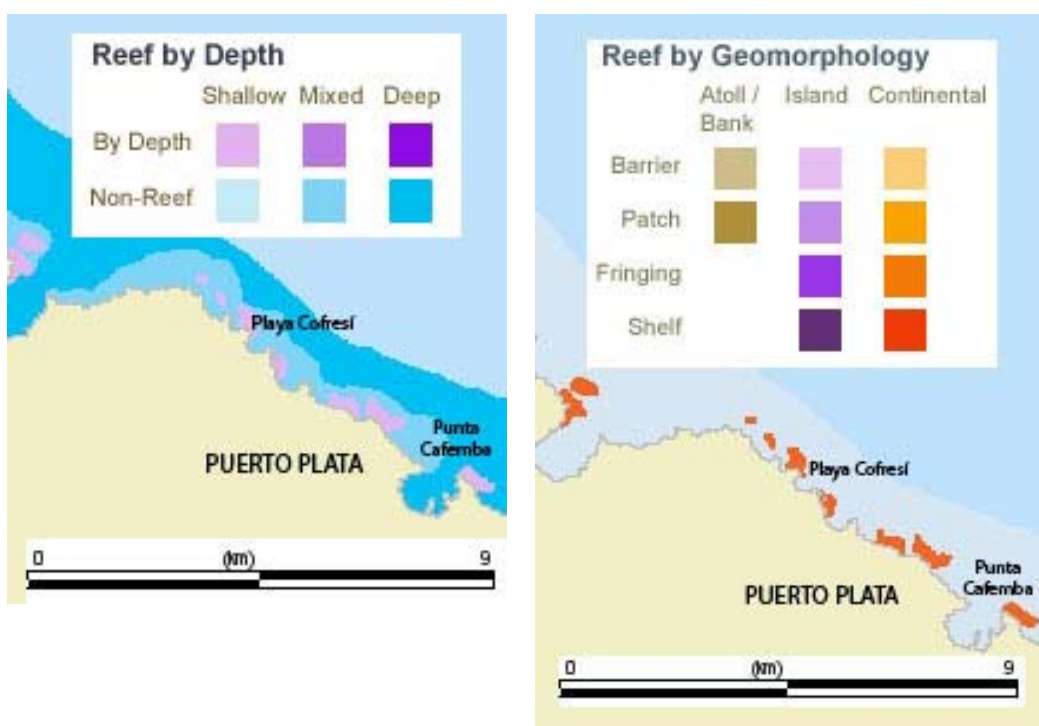


Figura 5. Tipificación por profundidad (izquierda) y geomorfología (derecha) de los parches rocosos arrecifales entre Cofresí y Cafemba, según el Sistema de Información Geográfica para República Dominicana del Reef Base (2009).

Explanada rocosa-coralina

La explanada es una zona ecológica típica de los arrecifes que marca el tránsito del arrecife somero a las estructuras del arrecife profundo. La explanada arrecifal en el espacio estudiado se caracteriza por la escasez de corales y el predominio casi absoluto de una cobertura de algas, algas y sedimentos, o sedimentos con algas (95 a 99 %), pero en todos los casos la ocupación de

los representantes arrecifales (corales, octocoralios y esponjas) no excede el 5%, aproximadamente. Los cambios en la cobertura están relacionados por una parte con la distancia a la bahía pues en el Perfil 1 se observó la menor cobertura coralina (< 1%) y esta se incrementó ligeramente hacia un 5% en los Perfiles 2 y 3.

Además, en las diferencias en el incremento de colonias de corales y su tamaño influye también la inclinación del sustrato, pues donde la explanada es plana la cobertura coralina se restringe aún más, así como el tamaño de los corales, mientras que cuando tiene cierta inclinación, la pendiente favorece en cierta forma el drenaje de los sedimentos y las colonias alcanzan un tamaño relativamente mayor, pero que en ningún caso sobrepasan unos 10 cm como promedio. Aunque se observaron hasta 15 especies de corales, la dominancia está concentrada en unas pocas especies (Tabla 1) lo cual es síntoma de un arrecife afectado por fuertes tensores ambientales, ya que en un arrecife en condiciones naturales favorables debe observarse una alta riqueza de especies una alta equitatividad en las frecuencias porcentuales de cada una de ellas.

Biota marina

En general, se encontraron en la región estudiada unas 60 especies comunes de ocho grupos taxonómicos (Tabla 2), con una baja diversidad y abundancia de especies de corales, esponjas y octocoralios, indicando –como explicaremos más adelante- el impacto antrópico sobre la región. En cada uno de estos grupos dominaron especies capaces de colonizar los ambientes sometidos a fenómenos de turbidez y sedimentación. Entre los corales se observó la dominancia de *Siderastraea radians* con formas de crecimiento incrustantes y de pequeño tamaño. Los octocoralios fueron aún más escasos y la dominancia de especies se desplazó hacia *Plexaura flexuosa* y otras especies resistentes al batimiento. En relación con la vegetación se observa dominancia de las algas rojas coralinas *Jania adherens* y *Bryothamnion triquetrum*, cuya forma de crecimiento permite la formación de una tupida madeja donde el sedimento queda embebido cubriendo prácticamente la totalidad del sustrato.

Tabla 1. Frecuencia relativa (porcentajes) de las especies de corales en los tres perfiles estudiados en dos intervalos de profundidades.

Familia	Especies/Profundidad (m)	Perfil 1		Perfil 2		Perfil 3	
		5-10	10-20	5-10	10-20	5-10	10-20
Faviidae	<i>Diploria strigosa</i>	61	9	2	35	38	36
Siderastreidae	<i>Siderastraea radians</i>	6	53	61	11	0	12
Siderastreidae	<i>Siderastraea siderea</i>	0	26	28	0	14	0
Faviidae	<i>Montastraea cavernosa</i>	12	2	1	24	5	22
Faviidae	<i>Diploria clivosa</i>	2	2	2	14	3	14
Meandrinidae	<i>Dichocoenia stokesii</i>	2	0	0	3	17	3
Meandrinidae	<i>Meandrina meandrites</i>	2	2	2	5	2	4
Poritidae	<i>Porites astreoides</i>	2	0	0	0	9	0
Astrocoeniidae	<i>Stephanocoenia intersepta</i>	0	2	3	3	2	4
Faviidae	<i>Diploria labyrinthiformis</i>	8	0	0	0	0	0
Agariciidae	<i>Undaria agaricites</i>	0	2	0	0	5	1
Faviidae	<i>Montastraea annularis</i>	2	0	0	0	3	0
Poritidae	<i>Porites porites</i>	2	0	0	3	0	4
Agariciidae	<i>Helioseris cucullata</i>	0	0	0	3	0	1
Caryophyllidae	<i>Eusmilia fastigiata</i>	0	0	0	0	2	0
	Total	100	100	100	100	100	100

Tabla 2. Especies más comunes de fanerógamas, algas, invertebrados y peces observadas en el presente estudio en la plataforma entre Cofresí y Punta Cafemba hasta unos 20 m de profundidad. M. Mesetas, E. Explanadas, AP. Arena/Pastos marinos.

Grupo	Especie	M	E	AP	Grupo	Especie	M	E	AP		
Fanerógamas	<i>Thalassia testudinum</i>			X	Octocoralios	<i>Gorgonia ventalina</i>			X		
	<i>Syringodium filiforme</i>			X		<i>Plexaura flexuosa</i>			X		
	<i>Halodule wrightii</i>			X		<i>Pseudopterogorgia americana</i>			X		
Algas	<i>Amphiroa rigida</i>	X			Corales	<i>Pterogorgia citrina</i>			X		
	<i>Amphiroa fragilissima</i>		X			<i>Acropora palmata</i>		X			
	<i>Bryothamnion triquetrum</i>		X			<i>Dichocoenia stokesii</i>			X		
	<i>Caulerpa prolifera</i>			X		<i>Diploria clivosa</i>		X	X		
	<i>Derbesia osterhoutii</i>		X			<i>Diploria labyrinthiformis</i>			X		
	<i>Dyctiota cervicornis</i>		X	X		<i>Diploria strigosa</i>			X		
	<i>Dyctiota crenulata</i>		X			<i>Eusmilia fastigiata</i>			X		
	<i>Dyctiota sp.</i>	X				<i>Helioseris cucullata</i>			X		
	<i>Enteromorpha flexuosa</i>		X			<i>Meandrina meandrites</i>			X		
	<i>Enteromorpha prolifera</i>		X			<i>Millepora alcicornis</i>		X	X		
	<i>Gracilaria sp.</i>		X			<i>Montastraea annularis</i>			X		
	<i>Halimeda goreauii</i>		X			<i>Montastraea cavernosa</i>			X		
	<i>Halimeda discoidea</i>		X	X		<i>Porites astreoides</i>			X		
	<i>Halimeda opuntia</i>		X			<i>Porites porites</i>			X		
	<i>Jania adherens</i>		X			<i>Siderastraea radians</i>		X	X		
	<i>Sargassum platycarpum</i>	X				<i>Siderastraea siderea</i>		X	X		
	<i>Styopodium zonale</i>		X			<i>Stephanocoenia intersepta</i>			X		
<i>Udotea flabellum</i>		X	X	<i>Undaria agaricites</i>		X	X				
<i>Udotea sp.</i>		X		Crustáceos	<i>Panulirus argus</i>			X			
<i>Udotea spinulosa</i>		X			Erizos	<i>Astropyga magnifica</i>			X		
Esponjas	<i>Agelas sp.</i>		X			<i>Diadema antillarum</i>		X	X		
	<i>Aplycina sp.</i>		X		<i>Echinometra lucunter</i>		X				
	<i>Callyspongia vaginalis</i>		X		<i>Echinometra viridis</i>		X				
	<i>Chlatria venosa</i>		X		<i>Tripneustes ventricosus</i>				X		
	<i>Ectyoplasia ferox</i>		X		Peces	<i>Chaetodon ocellatus</i>		X	X		
	<i>Ircinia sp.</i>		X			<i>Acanthurus chirurgus</i>		X	X		
	<i>Pseudoceratina crassa</i>		X			<i>Holacanthus tricolor</i>			X		
	<i>Xestospongia muta</i>		X								
								Total	14	49	9

La alta cobertura de algas refleja un elevado enriquecimiento de nutrientes, confirmado con la presencia de especies indicadoras del género *Enteromorpha*. La diversidad de peces fue también extremadamente baja en lo cual influye no solo la contaminación sino también la sobrepesca. De hecho, no se observaron más de diez ejemplares en todos los buceos y dominan especies como el doctor *Acanthurus chirurgus* que se alimentan sobre la vegetación y el detritus. Un aspecto positivo fue la presencia y abundancia del erizo negro *Diadema antillarum*, cuyas poblaciones se habían reducido en el Caribe. Esta especie herbívora puede ayudar a largo plazo a reducir el impacto del incremento de la cobertura vegetal en beneficio del arrecife coralino. Un hallazgo de interés fue el erizo *Astropyga magnifica* en la explanada del Perfil 1, que constituye un nuevo reporte para la equinofauna dominicana (Herrera-Moreno y Betancourt 2004). En ningún sitio se observaron evidencias de blanqueamiento coralino pero este es un fenómeno masivo que abarca a todo el arrecife y como ya señalamos, en la zona estudiada no existen arrecifes coralinos desarrollados sino colonias de corales aisladas. Tampoco se observaron enfermedades de banda blanca o banda negra pero estos síndromes son de escasa ocurrencia y el bajo número de colonias incrementa la probabilidad de no detectarlas, además de que su pequeño tamaño hace difícil esta evaluación.

CONCLUSIONES

A manera de resumen puede decirse que en el espacio estudiado no existen arrecifes coralinos desarrollados. Se trata de zonas arrecifales de parches someros y explanadas rocosas arrecifales someras y profundas con una baja riqueza de fauna, donde la cobertura de algas/ sedimentos alcanza un 95% o más. Los corales están escasamente representados por ejemplares pequeños, creciendo en forma de pequeñas chapas y con una elevada dominancia de especies resistentes a los tensores ambientales.

Estos resultados son totalmente coherentes con la situación histórica de uso del territorio marino estudiado. En primer lugar, la Concesionaria de buceo Sea Pro Diver, instalada en la región desde hace más de una década nunca ha contado con ningún sitio de buceo entre Cofresí y Cafemba sino que los turistas son trasladados en embarcación hacia el Este, a los sitios de buceo de Playa Dorada y Sosúa; o hacia el Oeste en Maimón y Los Guzmancitos. Según los buzos que trabajan desde el Hotel Sun Village en Cofresí, no existe en este espacio ningún fondo que tenga desarrollo arrecifal para ser utilizado en el buceo contemplativo.

De hecho, si comparamos la diversidad de especies de corales y octocoralios reportadas en ambientes arrecifales de Sosúa por Geraldés (1994) y Betancourt y Herrera (2001), en el mismo intervalo de profundidades aquí estudiado, con la diversidad de especies de los mismos grupos entre Cofresí y Cafemba, vemos importantes contrastes. En los corales, de 34 especies reportadas para Sosúa solo observamos 15 especies en el área de estudio, mientras que en octocoralios la reducción de la diversidad es aún más notable con 27 especies reportadas y solo unas 4 observadas (Tabla 3). Si bien en la diferencia de estos resultados influye también el hecho de que comparamos investigaciones de mayor tiempo con esta evaluación general, es obvio que aún los contrastes en la riqueza de especies son notables y argumentan la pérdida local de la diversidad coralina producto de la degradación de los arrecifes asociada al desarrollo en la zona costera. Además, la pérdida de los arrecifes bajo la influencia del desarrollo costero incontrolado se reporta en la misma provincia en algunos sectores de Playa Dorada donde la cobertura algal alcanza un 90% (Geraldés, 1994).

La carencia de desarrollo arrecifal en la región tiene su base en causas naturales y antrópicas. Por una parte la región ha recibido históricamente el aporte terrígeno de varios arroyos. Al Oeste de Punta La Martineta desembocaba el Arroyo Los Camarones (Coordenadas 318240 E y 2193083 N) posiblemente desviado por las obras del Ocean World; en la propia Playa de Cofresí –donde históricamente había un manglar- desemboca el Arroyo Maggiolo (Coordenadas 318852 E y 2192403 N) actualmente incorporado al diseño del Hotel Sun Village; y en Playa Grande desemboca el Arroyo Don Vicente (Coordenadas 319736 E y 2191999 N). Al aporte terrígeno de dichos cursos de agua debe haberse sumado el procedente de la transformación de la zona costera (especialmente el corte de los manglares de Cofresí) relacionado con el desarrollo turístico.

En este contexto, el elemento de mayor influencia negativa lo constituye la contaminación que exporta el Río San Marcos en la Bahía de Puerto Plata y el propio puerto, identificado por SEA-SURENA (1993) entre los focos contaminantes importantes del área. En condiciones de bajamares extremas y/o épocas de precipitaciones intensas la pluma de turbidez proveniente de la habia cubre toda la zona occidental y llega hasta Cofresí. Esta situación tiene varios efectos negativos sobre el arrecife.

Tabla 3. Comparación de las listas de especies de corales y octocoralios reportadas para Sosúa (ER) y observadas en el presente estudio (PE) entre Cofresí y Cafemba.

Familia	Especies de corales	ER	PE	Familia	Especies de octocoralios	ER	PE
Agariciidae	<i>Undaria agaricites</i>	X	X	Gorgoniidae	<i>Gorgonia ventallina</i>	X	X
Agariciidae	<i>Helioseris cucullata</i>	X	X	Plexauridae	<i>Plexaura flexuosa</i>	X	X
Astrocoeniidae	<i>Stephanocoenia intersepta</i>	X	X	Plexauridae	<i>Pseudopterogorgia americana</i>	X	X
Caryophyllidae	<i>Eusmilia fastigiata</i>	X	X	Plexauridae	<i>Pterogorgia citrina</i>	X	X
Faviidae	<i>Diploria strigosa</i>	X	X	Briareidae	<i>Briareum asbestinum</i>	X	
Faviidae	<i>Montastraea cavernosa</i>	X	X	Anthothelidae	<i>Erythropodium caribaeum</i>	X	
Faviidae	<i>Diploria clivosa</i>	X	X	Plexauridae	<i>Eunicea calyculata</i>	X	
Faviidae	<i>Diploria labyrinthiformis</i>	X	X	Plexauridae	<i>Eunicea laciniata</i>	X	
Faviidae	<i>Montastraea annularis</i>	X	X	Plexauridae	<i>Eunicea laxispica</i>	X	
Meandrinidae	<i>Dichocoenia stokesii</i>	X	X	Plexauridae	<i>Eunicea mammosa</i>	X	
Meandrinidae	<i>Meandrina meandrites</i>	X	X	Plexauridae	<i>Eunicea palmeri</i>	X	
Poritidae	<i>Porites astreoides</i>	X	X	Plexauridae	<i>Eunicea succinea</i>	X	
Poritidae	<i>Porites porites</i>	X	X	Plexauridae	<i>Eunicea tourneforti</i>	X	
Siderastreidae	<i>Siderastraea radians</i>	X	X	Gorgoniidae	<i>Gorgonia flabellum</i>	X	
Siderastreidae	<i>Siderastraea siderea</i>	X	X	Gorgoniidae	<i>Muricea atlantica</i>	X	
Acroporidae	<i>Acropora cervicornis</i>	X		Gorgoniidae	<i>Muricea muricata</i>	X	
Acroporidae	<i>Acropora palmata</i>	X		Gorgoniidae	<i>Muricea pinnata</i>	X	
Agariciidae	<i>Agaricia fragilis</i>	X		Gorgoniidae	<i>Muriceopsis flavida</i>	X	
Faviidae	<i>Colpophyllia natans</i>	X		Plexauridae	<i>Plexaura homomalla</i>	X	
Meandrinidae	<i>Dendrogyra cylindrum</i>	X		Plexauridae	<i>Plexaurella dichotoma</i>	X	
Faviidae	<i>Favia fragum</i>	X		Plexauridae	<i>Plexaurella grisea</i>	X	
Poecilloporidae	<i>Madracis decactis</i>	X		Plexauridae	<i>Plexaurella nuttans</i>	X	
Poecilloporidae	<i>Madracis formosa</i>	X		Plexauridae	<i>Pseudoplexaura crucis</i>	X	
Poecilloporidae	<i>Madracis mirabilis</i>	X		Plexauridae	<i>Pseudoplexaura flagellosa</i>	X	
Faviidae	<i>Manicina areolata</i>	X		Plexauridae	<i>Pseudoplexaura porosa</i>	X	
Milleporidae	<i>Millepora alcicornis</i>	X		Plexauridae	<i>Pseudopterogorgia acerosa</i>	X	
Milleporidae	<i>Millepora squarrosa</i>	X		Plexauridae	<i>Pseudopterogorgia bipinnata</i>	X	
Musiidae	<i>Mussa angulosa</i>	X					
Musiidae	<i>Mycetophyllia danaana</i>	X					
Musiidae	<i>Mycetophyllia ferox</i>	X					
Musiidae	<i>Mycetophyllia lamarckiana</i>	X					
Poritidae	<i>Porites divaricata</i>	X					
Poritidae	<i>Porites furcata</i>	X					
Musiidae	<i>Scolymia lacera</i>	X					

Por una parte, reduce la intensidad luminosa que llega al fondo afectando el crecimiento coralino. Además, introduce una alta carga de sedimentos suspendidos incrementando los fenómenos de sedimentación de partículas, las cuales ocupan el fondo y cubren amplias zonas del sustrato impidiendo la colonización de la fauna coralina y/o aniquilando a las colonias existentes por enterramiento. En tal sentido la mayor problemática se encuentra en los sedimentos cercanos a la bahía (Perfil 1) que son los que poseen el mayor porcentaje de partículas finas y es más relevante aún en el interior de la bahía. ScandiaConsult (1995) señala la existencia de un gradiente de granulometría con sedimentos arcillosos (fango a arena fina) dominando en el suelo de la bahía y un incremento de la componente de material grueso de arena y grava (arena media a gruesa) hacia el océano. Por otra parte, el aporte contaminante es responsable de la entrada al mar de una alta carga de nutrientes que favorece el desarrollo de las coberturas algales haciendo que las diferentes especies de algas se extiendan por el sustrato, ocupándolo totalmente e impidiendo la implantación y desarrollo de las larvas de corales y octocoralios.

La situación descrita afecta a todo el espacio estudiado pero es especialmente aguda al Este del área de estudio, en relación con eventos pasados de dragado y el aporte de los sedimentos del Río San Marcos y la contaminación de la ciudad. De hecho, los buceos a lo largo del Perfil 1 fueron extremadamente difíciles debido a la escasa visibilidad en toda la columna de agua. Los recorridos mostraron una explanada donde la cobertura coralina está reducida a menos de un 1% y representada solo por colonias del coral estrellado *Siderastrea* sp. no mayores de 2 ó 3 cm. Es interesante que esta estructura ecológica es la misma que se había reportado para el occidente de la Bahía de la Habana en Cuba, que se encuentra altamente contaminada (Herrera, 1991) pero más cercano aún es el mismo patrón que ofrecen los arrecifes coralinos afectados por las aguas contaminadas del Río Haina (Herrera-Moreno y Betancourt, 2009).

Como referencia histórica ScandiaConsult (1995) realizó un estudio preliminar de los arrecifes en dos perfiles al Este y Oeste de la Bahía de Puerto Plata para evaluar el impacto de las actividades portuarias, concluyendo que el arrecife se encontraba seriamente degradado por la deposición de los desechos del dragado de 1974, la descarga de aguas de albañales, y de enfriamiento de las plantas eléctricas y las diferentes actividades inherentes al uso y desarrollo turístico de la región.

REFERENCIAS

- Almodóvar, L. R. e I. Bonnelly 1977. Notas sobre las algas marinas bentónicas macroscópicas de la República Dominicana. En: Conservación y Ecodesarrollo, Centro de Investigaciones de Biología Marina (CIBIMA), Universidad Autónoma de Santo Domingo, pp. 379-395.
- Álvarez, V. F. Gerald, D. V. Rivas, G. Rosado y C. Mateo 1998. Caracterización de los ambientes costeros dominicanos: Bahía de Puerto Plata. Investigación para el desarrollo, Revista Semestral de la UASD, Vol. DCCCLXXIX, pp 101-109.
- Betancourt, L. y A. Herrera 2001. Evaluación ambiental de la Ensenada de Sosúa, Puerto Plata: impactos a los arrecifes coralinos. Revista INDOTECNICA 9(2): 11-19.
- Bonnelly, I. 1974. Los crustáceos de la colección del Centro de Investigaciones de Biología Marina de la UASD. En: Estudios de biología pesquera dominicana, Editora de la Universidad Autónoma de Santo Domingo, pp. 13-34.
- CESIGMA 1999. Estudio de prefactibilidad para la regeneración de las playas Sosúa y Cabarete, República Dominicana. Informe a la Secretaría de Turismo, 37 pp.
- Cicero, J. 1981. Catálogo provisional de erizos de mar II.- Irregularia (=Exocyclica). Naturalista Postal 1976-1979, Editora Nivar, Santo Domingo, pp. 39-40.
- Cicero, J., V. Rivas e I. Bonnelly 1976. Erizos y estrellas comunes del litoral dominicano. Anuario Academia de Ciencias de la República Dominicana, Año 2(2): 73-80.
- Colom, R., Z. Reyes y Y. Gil. 1994. Censo comprensivo de la pesca costera en la República Dominicana. Reportes del Propescar-Sur, Vol. I, pp. 1-34.
- Díaz, C. C. e I. Bonnelly 1978. Estudio malacológico en 17 playas de la República Dominicana. En: Conservación y Ecodesarrollo, Centro de Investigaciones de Biología Marina, CIBIMA, Universidad Autónoma de Santo Domingo, pp. 195-306.
- Gerald, F. X. 1994. Iniciativa para la conservación de los arrecifes coralinos del Caribe, República Dominicana. Informe final del proyecto 1993-1994, Centro de Investigaciones de Biología Marina, CIBIMA, Universidad Autónoma de Santo Domingo, 74 pp.
- Herrera-Moreno Alejandro 1991. Efectos de la contaminación sobre la estructura ecológica de los arrecifes coralinos en el litoral habanero. Tesis de Doctorado, Instituto de Oceanología, Academia de Ciencias de Cuba. 359 pp.
- Herrera-Moreno, A. y L. Betancourt 2004. Especies de equinodermos recientes (Echinodermata: Crinoidea: Asteroidea: Ophiuroidea: Echinoidea y Holothuroidea) conocidas para la Hispaniola. Revista Ciencia y Sociedad, Universidad INTEC, Santo Domingo (29) 3: 506-533.
- Herrera-Moreno, A. y L. Betancourt 2009. Impacto de la contaminación sobre los arrecifes coralinos al Oeste del Río Haina, Santo Domingo, República Dominicana.
- Mercado A. I. y H. Justiniano 2000. Digitization of nautical charts and smooth sheets for the Dominican Republic, Island of Hispaniola, Caribbean Sea. SEA GRANT COLLEGE PROGRAM, University of Puerto Rico, 117.

- ReefBase 2009. Interactive map service. Sitio Web: <http://reefgis.reefbase.org/mapper.asp>
- Rogers, C. 1994. Coral Reef Monitoring Manual for the Caribbean and Western Atlantic. US National Park Service, Virgin Islands National Park, USVI, 114 pp.
- ScandiaConsult 1995. Rehabilitation and Modernization of the Port System. Feasibility Study and Final Design for Rehabilitation of the Puerto Plata Port. Scandia Consult International, 88 pp.
- SEA-SURENA 1993. Informe final del inventario de fuentes terrestres de contaminación marina en República Dominicana. Secretaría de Estado de Agricultura/ Subsecretaría de Recursos Naturales/Centro de Investigaciones de Biología Marina/Unidad de Coordinación Regional del Plan de Acción del Caribe PNUMA, 70 pp.
- Terrero, N e I. Bonnelly 1978. La colección ictiológica del Centro de Investigaciones de Biología Marina de la Universidad Autónoma de Santo Domingo. Editora Taller C. por A., Santo Domingo, 23 pp.
- Torres, Rubén E. y T. Gough 2006. Resultados del monitoreo arrecifal en el arrecife de Playa Dorada (Puerto Plata) con el Método Reef Check. Julio 2006, 16 pp.

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Salida del Arroyo Maggiolo en Playa Cofresí



Salida del Arroyo Don Vicente hacia Playa Grande



Borde Oeste de la Ensenada de Cofresí desde el mar (Perfil 3)



Costa de Playa Grande desde el mar (Perfil 2)



Costa de Punta Cafemba desde el mar (Perfil 1)



La Piedra, frente a Cafemba y al Oeste del Perfil 1

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Los buzos aprenden a usar la ecosonda portátil



Buceo con SCUBA en el Perfil 2



Enseñando a los buzos el uso del GPS



Preparación para el buceo con Sea Pro Divers de Cofresí



Buceo con snorkel en fondos someros



Identificación de algas marinas colectadas

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Preparando el dispositivo de observación remota



Cámara submarina pisciforme



Preparándose para la observación de fondos con la cámara



Observaciones del fondo desde la embarcación



Observación y discusión sobre los tipos de fondo



Inmersiones complementarias de confirmación de tipos de fondo

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Fondos arenosos someros en Cofresí



Rompiente en los parches rocosos de Punta Cafemba

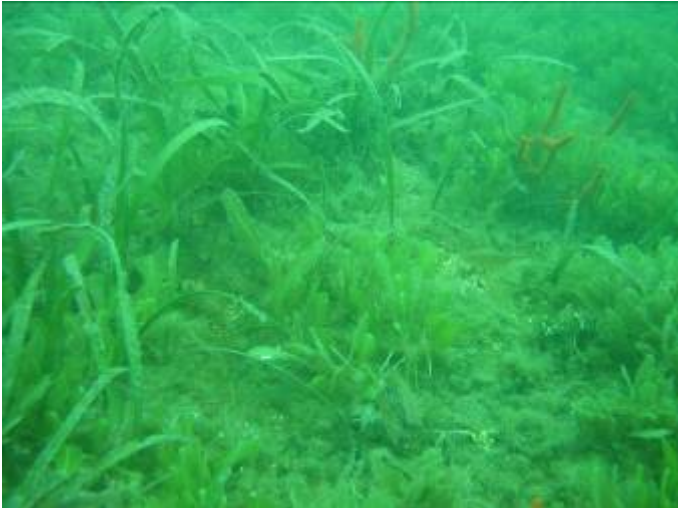


Imagen de fondo de pastos marinos sobre arena



Conglomerado de algas rojas de la explanada en el Perfil 1



Coral estrellado confinado entre algas, como en el Perfil 1



Astrophyga magnifica nuevo registro para nuestra biota