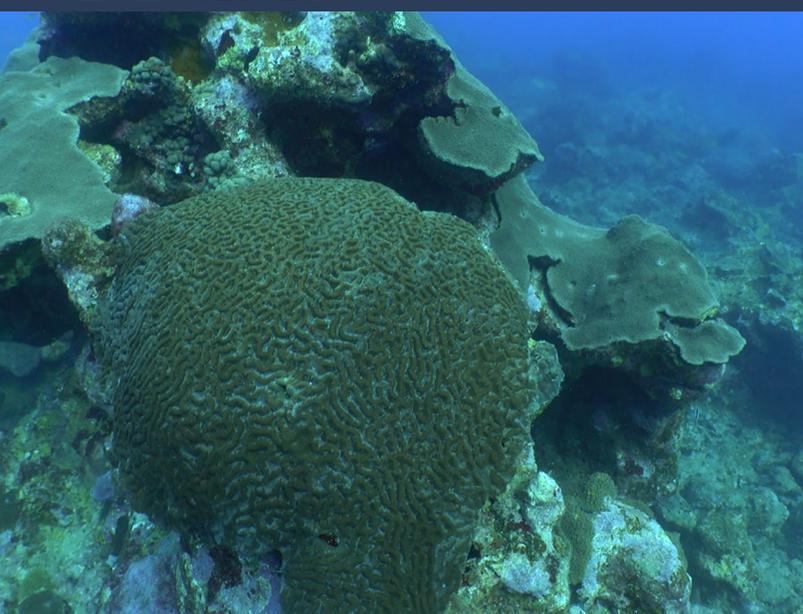
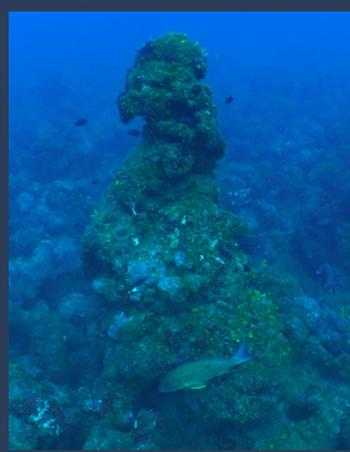




INVESTIGACIÓN

SOBRE EL ESTADO ACTUAL Y LAS AMENAZAS DE LOS ECOSISTEMAS ARRECIFALES MESOFÓTICOS DE LA COSTA NORTE Y CENTRAL DEL ESTADO DE VERACRUZ A BORDO DEL BARCO DE GREENPEACE, ARCTIC SUNRISE

RESUMEN EJECUTIVO



AUTORES

Javier Bello Pineda, especialista en análisis espacial para la toma de decisiones en la zona costera

Adán Guillermo Jordán Garza, investigador en ecología de poblaciones y comunidades de corales escleractinios

Jacobo Santander Monsalvo, Investigador del Colectivo Interdisciplinario de Ciencia Aplicada y Derecho Ambiental, A.C.

Mtro. Francisco Javier Martos Fernández, experto en restauración y manejo de arrecifes corallinos, doctorante con especialidad en arrecifes mesofóticos

Viridiana Lázaro Lembrino, coordinadora de la investigación, especialista en agricultura y cambio climático

AGRADECIMIENTOS

M.E.P Jonathan Aguilera Arias, por su apoyo en la colecta y análisis de datos

M.E.P. Citlalli Galicia García, por la identificación de las especies de algas de la zona centro

M.E.P. Miguel Ángel Lozano Aburto, por su apoyo en las identificaciones del bentos de la zona centro

Iván Castaneira, fotógrafo

Esta investigación se realizó gracias a la generosidad de nuestros socios y socias de Greenpeace. Gracias por ayudarnos a construir un futuro más verde, pacífico y justo.



En el reporte “Investigación sobre el estado actual y las amenazas de los ecosistemas arrecifales mesofóticos de la costa norte y central del estado de Veracruz, a bordo del barco de Greenpeace, *Arctic Sunrise*”, se sintetizan los resultados del trabajo de exploración e investigación llevada a cabo de manera conjunta por investigadores expertos en sistemas arrecifales coralinos adscritos a la Universidad Veracruzana, del Colectivo Interdisciplinario de Ciencia Aplicada y Derecho Ambiental (CICADA) y Greenpeace México, a bordo del barco *Arctic Sunrise*, durante el mes de mayo de 2023.

Ante la degradación que han sufrido los ecosistemas arrecifales someros (EAS) en diversas partes del mundo y **la falta de estudios de los ecosistemas arrecifales mesofóticos (EAM) y su reconocimiento como ecosistemas de alto valor ecosistémico a nivel global y a escala local** es necesario conocer su estado ecológico, ya que han sido considerados como ecosistemas arrecifales con un menor impacto antrópico directo, pero no se sabe hasta qué punto están sujetos a diversos impactos, tales como la sedimentación y limitación de la luz debido a los sólidos suspendidos de origen terrígeno. **Este y otros estudios sugieren que los EAM en el parque nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) han sido subestimados y, por lo tanto, no fueron considerados al momento de tomar decisiones sobre la delimitación de su poligonal ni en la zonificación de su programa de manejo.**

Los ecosistemas arrecifales mesofóticos (EAM) son comunidades arrecifales caracterizadas por la presencia, tanto de corales fotodependientes (los que contienen algas unicelulares conocidas como dinoflagelados endosimbióticos, del género *Symbiodinium*), así como no fotodependiente (octocorales y corales negros), y comunidades asociadas que **se distribuyen en regiones tropicales y subtropicales, entre las profundidades intermedias y más bajas de la zona fótica de -30 a ~-150 m, donde la luz es suficiente para la producción primaria fotosintética.**

Ante la degradación ambiental y las amenazas potenciales (locales y globales) sobre los EAS en todo el mundo, **se ha planteado la hipótesis de que los ecosistemas arrecifales a mayor profundidad pudieran actuar como un reservorio genético que permitirían la posible recuperación de dichos EAS.** Pese a esto, existe un alto grado de desconocimiento de la condición ecológica actual de los ecosistemas arrecifales a profundidades mayores a los -30 m, los que en este trabajo denominamos como ecosistemas arrecifales mesofóticos (EAM).

ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se dividió en dos zonas marinas de Veracruz de Ignacio de la Llave: la zona centro y la zona norte, en las inmediaciones del parque nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) y del área de protección de flora y fauna Sistema Arrecifal Lobos Tuxpan (APFF-SALT), respectivamente.

METODOLOGÍA

Sonar de barrido lateral

Se llevó a cabo un escaneo con un sonar de barrido lateral, este se utiliza para diversas aplicaciones (levantamiento, búsqueda y recuperación). Su capacidad de generación de imágenes de alta definición y alta fidelidad lo convierten en una herramienta ideal para misiones de búsqueda de EAM y reconocimiento de información para generar datos. La calidad de la imagen se mejora aún más con el diseño del transductor System 4900, optimizado para proporcionar anchos de haz horizontales muy estrechos y, por lo tanto, una resolución excepcional.

Durante el recorrido con el sonar se identificaban y marcaban coordenadas de puntos de interés para ser visitados posteriormente. Para decidir el sitio que se exploraría se consideró el tamaño y grado de complejidad aparente de las formaciones identificadas, ya que una vez iniciado el trabajo de exploración no sería posible, por logística, trasladar todo el equipo a otro sitio a distancias superiores a los cinco kilómetros.

Los archivos de salida del sonar de barrido lateral fueron convertidos en laboratorio y sobrepuestas como imágenes al mapa batimétrico original para estimar el área cubierta y delimitar las formaciones con geomorfología compleja presentes en la zona. Utilizando Sistemas de Información Geográfica, se delimitó el perímetro de los parches más conspicuos y se discriminaron zonas de alta y baja complejidad del bentos, es decir, del fondo marino con planicies y promontorios de alta complejidad estructural.

Para obtener video de alta resolución (4K) de los componentes bentónicos se utilizó un ROV modelo *Boxfish*, el cual es un vehículo operado a distancia, que ofrece un fácil despliegue y operación desde casi cualquier embarcación, sin necesidad de equipo adicional. Es fácil de lanzar y recuperar manualmente y funciona hasta 300 m de profundidad con la opción de desplazarse hasta 1000 m de longitud. Su cámara de 4K sin comprimir ofrece una visibilidad envolvente.

En cada estación se bajaba una embarcación tipo zodiac con el personal que operó este ROV, conformado por los tripulantes dedicados a la navegación, el piloto del ROV y una persona encargada de manejar el Theter o cable de comunicación con el ROV y marcar los puntos con GPS. Se sumergía el ROV y se tomaba la coordenada, una vez alcanzando el fondo, se iniciaba la navegación con una técnica análoga al buceo errante. Durante el trayecto se utilizaban luces LED de gran potencia para iluminar el bentos.



Sonar de barrido lateral modelo *Klein Marine System 4900 Side-Scan Sonar*.



Vehículo operado de manera remota (ROV, por sus siglas en inglés) modelo *Boxfish*.

USO DE SUMERGIBLE TRIPULADO POR DOS PERSONAS (NEMO 2)

En cada estación se llevó a cabo un máximo de tres inmersiones utilizando un sumergible tripulado por dos personas, de la marca U-Boat Worx NEMO. El U-Boat Worx NEMO es un vehículo sumergible para dos personas (un piloto y un pasajero), que puede alcanzar profundidades de 100 m hasta por ocho horas, con una velocidad máxima de tres nudos (5.5 km/h). Una de las características del diseño del U-Boat

Worx NEMO es su casco de presión acrílico de última generación y una ventana circular transparente diseñada para proporcionar una vista sin obstáculos. Es impulsado por cuatro propulsores eléctricos silenciosos, por lo que puede flotar o suspenderse cerca de cualquier objeto o sitio de interés.

Dentro de la cabina del sumergible Nemo 2 se instalaron tres cámaras de alta resolución: 1) una *GoPro* frente al panel con vista al exterior, 2) una *GoPro* en la parte trasera de la cabina que mostraba las actividades dentro de esta y 3) una cámara panorámica de 360 grados que permitía una visión sinóptica de interior y exterior. Adicionalmente, en algunas ocasiones, un tripulante llevaba cámara de video y fotográfica de alta definición para registrar eventos específicos, importantes y puntuales.

Los recorridos con el sumergible Nemo 2 fueron similares a la técnica de buceo errante, sin llevar un rumbo específico, sino ajustándose a las condiciones de corriente y visibilidad del fondo. Tampoco se tuvieron tiempos fijos, sino que se mantenía estático en zonas con mayor cobertura biológica para obtener mejores imágenes.

Se exploraron ocho zonas que no habían sido previamente investigadas: tres en la zona adyacente al parque nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, en el centro del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, y cinco en la zona adyacente a los polígonos del área de protección de flora y fauna Sistema Arrecifal Lobos Tuxpan, en el norte del estado.

Los videos obtenidos con el *ROV Boxfish* fueron revisados en laboratorio con un monitor de alta definición y se fueron congelando cuadros considerando la calidad de la imagen y estos fueron exportados a un programa de edición de imagen para mejorar iluminación y contraste y así identificar mejor los organismos presentes en cada toma.



Sumergible tripulado por dos personas U-Boat Worx NEMO.



PRINCIPALES HALLAZGOS

Se revisaron 4125 fotografías, 341 videos con una duración de 1866 minutos y 27 segundos, con los que se identificó una riqueza de 96 especies (43 en la zona centro y 80 en la zona norte), 17 especies identificadas hasta género, dos identificadas hasta grupo, por lo que se pueden considerar 115 especies potenciales, sin embargo, por el tiempo dedicado al muestreo, la dificultad en el acceso a los EAM, las observaciones por expertos *in situ* y los inconvenientes intrínsecos de la fotoidentificación de especies, sería lógico pensar que la riqueza presentada está subestimada.

ZONA CENTRO

Resultados del análisis de imágenes a partir del sonar de barrido lateral.

En 366 sitios se identificaron estructuras de alta complejidad estructural de distintos tamaños, algunos de ellos se extendían fuera de la imagen y otros podrían ser parte de una estructura continua. Se puede apreciar **una mayor concentración de estructuras en el polígono de exclusión a la navegación norte entre las isóbatas de 60 a 70 m**, iniciando a una distancia de ~1.5 km de la poligonal del PNSAV y hasta los ~4 km, alternados por canales de fondos con baja complejidad estructural posiblemente de sustrato desnudo.

En un acercamiento a las imágenes, se aprecia el tipo de estructuras bentónicas identificadas a partir del sonar de barrido lateral.

Fueron un total de nueve inmersiones del sumergible Nemo 2 en los días 17, 19 y 20 de mayo de 2023. La mayor parte de las inmersiones se realizaron en el ecosistema arrecifal artificial denominado Carcachas y en la zona de exclusión a la navegación localizada al norte de la poligonal del PNSAV.

Análisis de imágenes obtenidas con las cámaras en el ROV y en el sumergible tripulado por dos personas Nemo 2

La imagen obtenida a partir del video tomado con la cámara fija del ROV mostró una excelente calidad; se pueden observar algunas de las estructuras típicas de la zona; montículos de entre uno y dos metros de altura, cubiertos por tapete algal filamentoso con abundante sedimento adherido y una diversidad de organismos bentónicos característicos de ambientes mesofóticos que incluyen esponjas, crinoideos, gorgonias, corales negros y lo que podría ser un coral hermatípico, que son aquellos corales que contribuyen significativamente a la construcción de los arrecifes, mediante la aportación de carbonato cálcico proveniente de sus esqueletos.

ECOSISTEMA ARRECIFAL ARTIFICIAL **CARCACHAS**

Se visitó el barco hundido conocido localmente como Carcachas, que evidenció la concentración de una cantidad elevada y de diversidad de peces de diferentes tallas, constituyéndose en un ecosistema arrecifal artificial en la zona sureste del PNSAV, que no presenta formaciones arrecifales importantes cercanas.

Se identificaron muchas especies de interés comercial, como pargos (familia

Lutjanidae; *Lutjanus* sp.) y meros (familia Epinephelidae; *Mycteroperca* sp.) y otros peces arrecifales (*Acanthurus* sp.; *Anisotremus* sp.; *Chaetodon* sp.; *Haemulon* sp.), pero fue evidente la presencia de al menos 10 ejemplares de talla grande de *Pterois miles/volitans* (pez león). En esta zona se realizan actividades antrópicas como pesca y turismo, pues se identificaron artes de pesca fantasma, sogas y grampines.

ZONA DE EXCLUSIÓN A LA NAVEGACIÓN

Los días viernes 19 y sábado 20 de mayo se hicieron seis inmersiones con el Nemo 2; los días 18, 19 y 20 del mismo mes se realizaron otras varias con el ROV. Se decidió trabajar en la zona de exclusión a la navegación, porque es donde se encontró la mayor cantidad de montículos con alta complejidad estructural, alternados con canales arenosos. En estos montículos de entre dos y tres metros de alto, se encuentran comunidades arrecifales típicas de ambientes mesofóticos, dominadas por un sustrato cubierto por algas filamentosas y la presencia de esponjas, hidrozoarios, corales negros, gorgonias y prácticamente nula presencia de corales escleractinios. Estos ambientes presentan una abundante comunidad de peces (*Chaetodon sedentarius* y *Haemulon plumierii*), sobre todo en las cimas de los montículos. Aquí se registraron especies de importancia comercial, tales como pargos (familia Lutjanidae; *Lutjanus* sp.) y meros (familia Epinephelidae; *Mycteroperca* sp.), así como especies de valor por su uso para carnada (familia Haemulidae; *Haemulon aurolineatum*) lo que puede explicar la evidencia de uso por actividades pesqueras; tanto por el avistamiento de embarcaciones de pesca artesanal y deportiva, como por sus artes de pesca abandonados (cuerdas, grampines, hilo de pesca, redes).

ZONA NORTE

Dadas las grandes distancias de navegación se decidió visitar los puntos de mayor interés en la zona norte por su batimetría o por su potencial interacción con el gasoducto Puerta al Sureste. En total se escanearon cinco sitios con el sonar de barrido lateral: Tecolutla, Blake, Huasteco, Norte de Isla Lobos y Tamiahua-Corazones. La metodología en campo y para el análisis preliminar de imágenes fue el mismo que se utilizó en la zona centro.

En los sitios Tecolutla, Huasteco y Norte de Isla Lobos, los escaneos mostraron la existencia de EAM entre los -40 y -70 m que son nuevos registros. Para el sitio Lobos norte se decidió no bajar porque las estructuras son de tamaños pequeños o medianos (menos de decenas de metros de ancho y largo) y, por la experiencia previa, en el sitio Huasteco, se sabía que las estructuras serían difíciles de localizar aun con el sumergible Nemo 2. Por lo que se decidió continuar al sitio Tamiahua-Marsellesa (Corazones) y finalmente al sitio Blake.

Los ecosistemas arrecifales Tamiahua-Marsellesa (Corazones) son del tipo no emergente, pero **se descubrió que tienen zonas mesofóticas asociadas a ~-40 m. Los EAM en estos sitios no han sido reportados previamente y ninguna de las estructuras se encuentra dentro del APFF SALT.**

En total los escaneos en la zona norte cubrieron una superficie de 10044221.6 m² en las que se observaron al menos 69 estructuras de medianas a grandes (cientos de metros de ancho y largo).

ECOSISTEMA ARRECIFAL MESOFÓTICO **TECOLUTLA**

Los EAM de Tecolutla se encontraron a una profundidad entre -40 y -50 m, formando estructuras de buen tamaño rodeadas por un fondo arenoso.

Las rocas están cubiertas aparentemente por algas filamentosas. Se observan organismos de fondo duro, donde destacan las esponjas *Aplysina fulva*, *Aiolochrola crassa*, *Agelas conifera* e *Ircinia felix*, los corales látigo *Stichopathes lukteni*, el coral blando *Muricea pendula* y el coral negro *Anthipates* sp.

Entre los peces, destacan *Anisotremus surinamensis* (pez burro o borriquete) y *Anisotremus virginicus* (pez puerco) formando bancos de importante biomasa, también está el *Pomacanthus paru* (ángel francés) y otras especies que por su pequeña talla no pueden ser identificadas.

ECOSISTEMA ARRECIFAL MESOFÓTICO **HUASTECO**

Los EAM del sitio Huasteco se encontraron a una profundidad entre -50 y -70 m, se distribuyen en forma de parches relativamente pequeños con algunas estructuras medianas rodeadas por un fondo arenoso. Se observaron EAM en parches con muy alta sedimentación. En los parches se observaron esponjas *Aiolochrola crassa* y corales látigo *Stichopathes lukteni*.

ECOSISTEMA ARRECIFAL MESOFÓTICO **LOBOS NORTE**

Los escaneos en este sitio muestran estructuras aisladas, generalmente pequeñas, aunque abundantes a una profundidad de 70 m. Por dificultades logísticas se decidió no bajar en este sitio por lo que la única información con la que se cuenta es la de los escaneos del fondo. Es probable que los parches sean similares a los que se observaron en el sitio Huasteco.

ECOSISTEMA ARRECIFAL MESOFÓTICO TAMIAHUA

El fondo está formado por roca coralina con una compleja diversidad estructural, cubierta de algas filamentosas, macroalgas como *Halimeda* sp. y esponjas pequeñas. Se observa la presencia de corales pétreos *Montastraea cavernosa*, *Colpophyllia natans*, *Orbicella faveolata*, *O. franksi*, *Siderastrea siderea* y *Stephanocoenia intersepta*. Algunas de las colonias de corales alcanzan tallas de ~1 m de diámetro. También está presente el coral blando *Muricea pendula*, así como esponjas *Aplysina fulva*, *Aioloichroa crassa*, *Iricina felix*, *Axiimisa ambrosia* y *Cliona delitrix*. Es común el equinodermo *Davidaster rubiginosa*,

con sus brazos de color naranja.

Están presentes el ángel azul *Holocanthus ciliaris*, el pargo *Lutjanus analis*, *Anisotremus surinamensis*, el pez puerco *A. virginicus* formando bancos de importante biomasa, también está presente *Haemulon plumierii*, el ángel francés *Pomacanthus paru*, el cirujano *Achanturus coeruleus* y los peces mariposa *Chaetodon capistratus* y *C. ocellatus*. *Stegastes partitus* resulta fácilmente observable y otras especies de la familia están presentes, pero resulta inexacto determinar las especies por la escala del video.

ECOSISTEMA ARRECIFAL MESOFÓTICO MARSELLA (CORAZONES)

La roca coralina que forma el fondo de este ecosistema arrecifal presenta una estructura muy compleja con huecos, grietas y promontorios. Las imágenes muestran que al menos una buena parte del fondo está cubierto por algas filamentosas, así como por macroalgas, pero también hay algas coralináceas, que dan matices rosas a la roca. Son conspicuas grandes colonias de los corales masivos *Montastraea cavernosa*, *Colpophyllia natans*, *Orbicella faveolata*, *O. franksi*, *Siderastrea siderea* y *Stephanocoenia intersepta*. Algunas de las colonias de corales alcanzan tallas de

más de 1 m de diámetro. Están presentes las esponjas *Aplysina fulva*, *Aioloichroa crassa*, *Iricina felix*, *Axiimisa ambrosia* y *Cliona delitrix*. Es común el equinodermo *Davidaster rubiginosa*, con sus brazos de color naranja.

Están presentes el negrillo *Mycteroperca phenax*, el pargo *Lutjanus analis*, *Anisostremus surinamensis*, el pez puerco *A. virginicus*, *Haemulon plumierii*, el ángel francés *Pomacanthus paru*, los peces mariposa *Chaetodon capistratus* y *C. ocellatus*, así como la damisela *Stegastes partitus*.

ECOSISTEMA ARRECIFAL MESOFÓTICO **BLAKE**

Este ecosistema arrecifal ha sido estudiado previamente y se tiene buen conocimiento sobre la diversidad biológica que soporta. En la meseta ubicada a unos ~10 m de profundidad, se destaca la presencia de grandes colonias de corales masivos, principalmente *Montastraea cavernosa* y *Orbicella faveolata*, algunas de las cuales pueden medir más de ~4 m de diámetro.

Es uno de los pocos ecosistemas arrecifales mesofóticos que a esta profundidad tienen colonias vivas de coral *Acropora palmata* (cuerno de alce). Resultan bastante comunes especies de coral como *Pseudodiploria strigosa*, *Colpophyllia natans*, *O. franksi*, *Siderastrea siderea* y *Stephanocoenia intersepta*. Están pre-

sententes las esponjas *Aplysina fulva*, *Aiolochrola crassa*, *Iricina felix*, *Axiimisa ambrosia* y *Cliona delitrix*. Una de sus principales características es la abundancia y tamaño de las esponjas *Geodia neptuni*, algunas de las cuales pueden alcanzar hasta 1 m de diámetro.

Entre las especies de peces más comunes cabe mencionar al puerquito *Canthidermis sufflamen* y están presentes la barracuda *Sphyraena barracuda*, *Mycteroperca phenax*, el pargo *Lutjanus analis*, *Anisotremus surinamensis*, *A. virginicus*, *Haemulon plumierii*, *Holacanthus tricolor*, *Holacanthus sp.*, *Pomacanthus paru*, *Chaetodon capistratus*, *C. ocellatus*, *Microspatodon crysurus* y *Stegastes partitus*.

SUFICIENCIA DEL MUESTREO Y SIMILITUDES ENTRE ZONA CENTRO Y NORTE

En total se encontraron 96 grupos taxonómicos (en su mayoría especies) en todos los sitios muestreados; la curva de acumulación de especies, al no alcanzar una asíntota, indica que de seguir aumentando el número de sitios se seguirían encontrando nuevos grupos taxonómicos. El concepto se basa en que la proporción de taxones no observados por sitio de muestreo puede estimarse a partir de los taxones que sí se han observado (Roswell et al., 2021).

De igual forma los indicadores de la suficiencia del muestreo indican una suficiencia entre un 60 a 80 %, es decir, que de aumentar el número de sitios muestreados (n=8) se podrían encontrar entre 18 a 64 taxones más de los 96 ya observados.

CONCLUSIONES

Para la zona centro **se identificaron 366 estructuras de alta complejidad estructural y existe una probabilidad alta de que puedan representar ecosistemas arrecifales mesofóticos (EAM), entre las profundidades de los 50 y 80 m, en la zona de influencia al parque nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) y que no habían sido previamente reportadas.**

En la zona norte el total los escaneos cubrieron una superficie de 10 044 221.6 m², en las que se observaron al menos 69 estructuras de medianas a grandes (cientos de metros de ancho y largo). Los ecosistemas arrecifales Tamiahua-Marsellesa (Corazones) son del tipo no emergente, pero **se descubrió que tienen zonas mesofóticas asociadas a ~-40 m. Los EAM en este sitio no han sido reportados previamente y ninguna de las estructuras se encuentra dentro del área de protección de flora y fauna Sistema Arrecifal Lobos Tuxpan (APFF SALT).**

Se requiere un mayor esfuerzo de muestreo para determinar las dimensiones reales de estas estructuras a una mejor resolución, utilizando equipos como ecosondas de haz múltiple y perfiladores sísmicos.

En los sitios muestreados se registraron comunidades ecológicas típicas de zonas mesofóticas, compuestas por octocorales, mejor conocidos como corales blandos, corales negros, esponjas e hidrozoarios. Estas son muy distintas de las comunidades someras dentro del PNSAV, lo que resalta su valor ecológico y la necesidad de mayor estudio y promover su conservación. Se requiere hacer colecta biológica para una identificación a mejor nivel taxonómico de los organismos bentónicos. Los análisis estadísticos muestran que la diversidad observada durante este estudio es menor a la diversidad potencial, pues si se aumenta el tamaño de muestra se espera que aumente el número de taxones registrados.

Se registraron especies de peces de importancia comercial a todas las profundidades estudiadas, entre los que resaltan *Lachnolaimus maximus*, *Lutjanus analis*, *Lutjanus griseus*, *Mycteroperca bonaci*, *Mycteroperca phenax*, *Ocyurus chrysurus* y *Sphyraena barracuda*. Se identificó la presencia común del pez león *Pterois miles/volitans*, una especie exótica invasora que se registra por primera vez a estas profundidades en Veracruz.

Se registraron especies de peces previamente identificados en zonas someras del PNSAV, lo que evidencia una conectividad entre estos ecosistemas, cercanos espacialmente. Algunos de los que destacan son *Anisotremus virginicus*, *Chaetodon sedentarius* y *Haemulon plumierii*.

Se registraron especies bentónicas comunes a profundidades similares tanto en la zona centro como en la zona norte y algunas que incluso han sido reportadas en

EAM de otros sitios del Golfo de México (*Flower Garden Banks*), lo que sugiere conectividad a escala de esta gran cuenca. Destaca el coral negro *Stichopathes luetkeni*. Asimismo, se identificó la presencia de artes de pesca fantasma, tales como cuerdas, cordeles, grampines y redes, lo que evidencia que estas zonas están bien identificadas por el sector pesquero.

El barco hundido Carcachas evidenció la concentración de una elevada cantidad y diversidad de peces con diferentes tallas, constituyéndose en un ecosistema arrecifal artificial al sur del PNSAV que no posee formaciones arrecifales importantes cercanas. Se identificaron muchas especies de interés comercial, como pargos y meros y otros peces arrecifales, pero fue evidente la presencia de al menos 10 ejemplares de talla grande de *Pterois miles/volitans* (pez león). Se sabe que es visitada por buzos especializados. Se considera que este barco hundido, aparte de su valor ecológico, debería de ser estudiado por las instancias correspondientes, como el Instituto Nacional de Antropología e Historia, para promover su manejo y conservación.

Adicionalmente, se identificaron especies de gorgonias, quizá *Muricea pendula*, con evidencia de posible blanqueamiento, lo que puede indicar que el efecto por altas temperaturas no solo se presenta en zonas someras, sino a profundidades mayores a -60 m. Sin embargo, la taxonomía de la especie, así como de otras varias, debe confirmarse por medio de colecta e identificación científica.

Es necesario proteger los EAM debido a que brindan beneficios ambientales de protección a las costas, mitigación del cambio climático y son una fuente de alimento y trabajo para las comunidades costeras. Las autoridades federales deben enfocar sus esfuerzos en realizar investigaciones en las zonas contiguas al APFF SALT y PNSAV. A su vez, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas deben considerar el principio de precaución y proteger formalmente los EAM del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave que no cuentan con alguna categoría de protección y/o planes de manejo, ya que además cuentan con una gran diversidad tal como se demuestra en el presente reporte y que actualmente podrían estar en riesgo por el desarrollo de megaproyectos, principalmente fósiles, incluyendo infraestructura para transporte de combustible y sus derivados, en la región.

El reporte pretende aportar información relevante e investigaciones inéditas que fortalezcan la toma de decisiones de las entidades gubernamentales que contribuyan a un mejor manejo y conservación de estos ecosistemas, tan poco estudiados, pero que, de acuerdo con esta investigación, presentan comunidades ecológicas de una riqueza biológica muy relevante y singular. No existen estudios en el Golfo de México (en aguas mexicanas) similares al presentado aquí, por lo que este representa una línea base para posteriores estudios y poder dar seguimiento del posible deterioro de estos ecosistemas ante amenazas locales (obras de infraestructura), así como globales (cambio climático).