



Índice

I.	Introducción.....	1
II.	Antecedentes.....	2
III.	Objetivo del Monitoreo.....	3
IV.	Metodología.....	3
	A. Monitoreo de la comunidad arrecifal.....	4
	B. Monitoreo de langostas.....	6
	C. Monitoreo de peces.....	8
	D. Monitoreo de agregaciones de peces por medio de ecosonda.....	11
	E. Monitoreo de capturas de captura y liberación por pesca deportiva.....	14
V.	Calendarización de muestreos.....	15
VI.	Referencias Bibliográficas.....	16
VII.	Anexos.....	17

I.- Introducción

Una herramienta de manejo para recursos naturales marinos que ha incrementado su uso a nivel mundial son las zonas de refugio pesquero o áreas marinas protegidas. Estas herramientas de manejo protegen hábitats críticos, zonas de reproducción, alimentación y crianza, generando puntos de reclutamiento o semilleros para una diversidad de especies marinas, tanto de valor comercial como ecológico por su papel en los ecosistemas. Con el uso de esta herramienta de manejo se logra un incremento en la producción pesquera de las zonas y áreas aledañas a los refugios, promoviendo la recuperación y conservación de la biodiversidad. En Latinoamérica y el Caribe, 29 naciones utilizan estas herramientas de manejo. En el caso de México, en Quintana Roo, existen 13 refugios pesqueros establecidos al 2013 (Alianza Kanan Kay, 2014).

El monitoreo de las zonas de refugio pesquero es un componente esencial para su manejo apropiado, a través de la obtención de datos técnicos, científicamente fundamentados, sobre el desarrollo y evolución de los ecosistemas y especies marinas en las cuales se enfoca el refugio.

Para el monitoreo de las zonas de refugio pesquero, se deben de tomar en consideración factores adicionales a la biomasa de las especies objetivo. Tomando en cuenta la lógica de que si los ecosistemas dentro de la zona de refugio con todos sus componentes se encuentran en buen estado, la situación de las poblaciones de las especies de interés comercial dentro de estos ecosistemas deberán de encontrarse en condiciones favorables. Debido a la complejidad de la interacción entre las especies con sus ecosistemas, el monitoreo debe de incluir una fase de el o los ecosistemas dentro de la zona de refugio.

Una parte muy importante en el manejo de una zona de refugio pesquero es involucrar a la comunidad local y los principales usuarios de los recursos marinos en el monitoreo. De ésta forma, logrando una participación activa en el manejo, restauración y conservación de los recursos naturales por parte de las comunidades que dependen de ellos de manera directa o indirecta.

En el presente plan de monitoreo se pretende involucrar a los operadores turísticos de pesca deportiva en el registro de datos obtenidos de su capturas mediante la técnica de captura y liberación y al personal técnico científico de El Centro Ukana I Akumal A. C. (conocido como Centro Ecológico Akumal o CEA) a través de una capacitación a nuestros miembros de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Pescadores de Tulum (SCPPPT) en las diferentes técnicas de monitoreo. Así como el aprovechamiento de la base de datos de la comunidad arrecifal con la cual el CEA cuenta y mantiene mediante monitoreos rutinarios.

II.- Antecedentes

El CEA realiza monitoreos de una parte de la comunidad arrecifal dentro de la zona propuesta para el refugio pesquero desde el 2006, de los cuales se ha reportado una disminución en el porcentaje de cobertura de coral en un orden de 40% al compararlo con datos históricos de 1970 (Figura 1), así como un decremento del 50% en la biomasa de especies de peces con valor comercial como meros y pargos (Figura 2).

El monitoreo que desarrollan los especialistas del CEA se realiza siguiendo la metodología propuesta por el Programa de Monitoreo Sinóptico del Sistema Arrecifal Mesoamericano (PMS-SAM). Se registran datos de los componentes de cobertura del bentos mediante el método de punto de intersección; se describe la condición de las colonias coralinas mediante el método de transecto de línea, así como la obtención de descriptores de la comunidad de peces arrecifales mediante transectos de banda.

Los datos correspondientes a las comunidades coralinas y de cobertura del bentos se integran a la base de datos del CEA para su análisis. Por su parte, los datos registrados de peces arrecifales se transfirieren a una hoja de cálculo desarrollada por el programa AGRRA, la cual permite obtener el cómputo de la densidad y biomasa de las principales familias de peces. Incluyendo a los peces de interés comercial como el mero (*Epinephelus striatus*), diferentes especies de pargo (*Lutjanus sp.*), barracuda (*Sphyraena barracuda*), etc.

Los resultados de estos estudios nos generan una idea clara de la situación puntual del ecosistema arrecifal y las estructuras poblacionales de las principales especies de peces relacionados con este ecosistema.

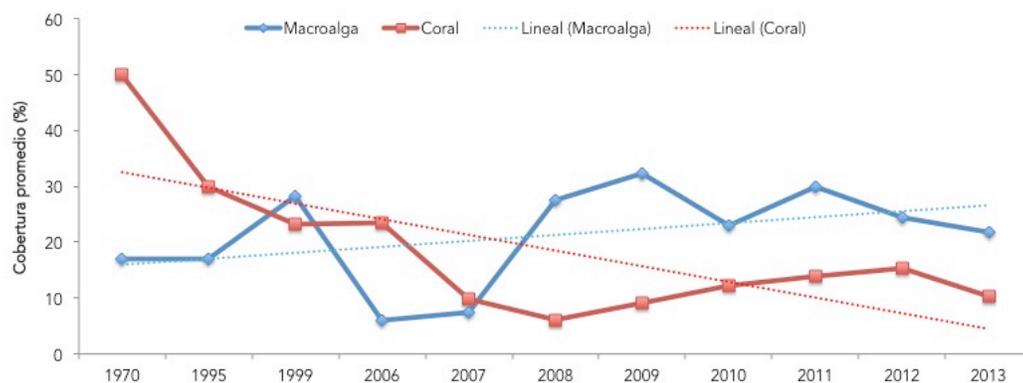


Figura 1 Cobertura promedio de coral en los arrecifes de Akumal (Figueroa y Penié, 2013)

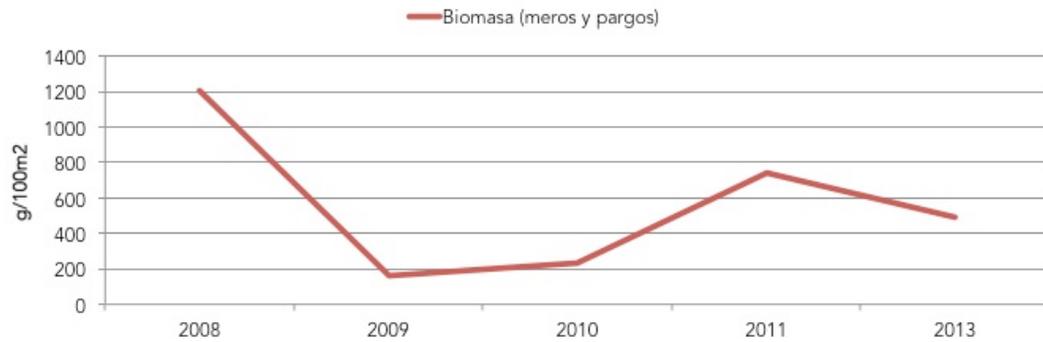


Figura 2 Biomasa histórica de la población de peces de interés comercial en los arrecifes Akumal (Figueroa y Penié, 2013)

III.- Objetivos del Plan de Monitoreo

Generar una base de datos tanto de las poblaciones de peces e invertebrados (langostas, *Panulirus argus* y *P. guttatus*) de interés comercial que se encuentran dentro de la zona de refugio pesquero; realizando análisis comparativos de los datos obtenidos con datos históricos y la evolución de estos datos a través del periodo de tiempo de permanencia del refugio pesquero, para evaluar la eficiencia de esta herramienta de manejo y poder tomar decisiones sobre su manejo a futuro.

IV.-Metodología

La zona del refugio pesquero de Akumal cuenta con una variedad de ecosistemas marinos, cada uno con sus características particulares, por lo cual el monitoreo de esta zona debe de ser llevado a cabo mediante más de un método de muestreo.

Dentro de estos métodos de muestreo se debe contemplar un monitoreo del ecosistema ya que la interacción de los diferentes especies con su ecosistema es la que determinará en buena medida la eficiencia de los procesos de reclutamiento y mortalidad de los individuos.

La modalidad de creación del refugio pesquero de Akumal es de carácter parcial-temporal a 6 años; con la existencia de un aprovechamiento semi-extractivo en el total de la zona y sin la existencia de zonas núcleo o de cero aprovechamientos extractivo en el mismo. Los datos que se obtengan de este monitoreo se compararan con datos históricos de la zona para observar la evolución tanto de la biodiversidad como de la biomasa de las poblaciones de peces e invertebrados. En especial, las de interés comercial, y más puntual la langosta (*Panulirus argus* y *P. guttatus*) y el mero rayado (*Epinephelus striatus*).

Tres de los métodos de monitoreo que se usarán serán a partir de toma de datos visuales *in situ* utilizando equipo de buceo autónomo. Exceptuando el método de la cámara con carnada en el cual se utiliza un sistema de sensor remoto por medio de cámaras de video grabación digital que registran

imágenes para su posterior análisis e interpretación, el monitoreo con ecosonda para la identificación y ubicación de agregaciones de peces; y el monitoreo comunitario a través de la pesca deportiva de captura y liberación.

Tabla 1 Metodología a ser utilizada por tipo de monitoreo.

Metodología	Monitoreos en los cuales se utilizan
Método de Punto de Intersección	Comunidad Arrecifal
Método de Transecto de Línea	Comunidad Arrecifal
Método de Transecto de Banda.	Comunidad Arrecifal/Langosta
Método Transecto tipo Túnel	Peces
Metodo Buzo Errante	Peces
Método Cámara Submarina con Carnada	Peces
Monitoreo por Ecosonda	Agregaciones de Peces
Comunitario por pesca deportiva	Peces

A) Monitoreo de la Comunidad Arrecifal

Este monitoreo se realizara aprovechando los monitoreos trimestrales que lleva a cabo el CEA siguiendo la metodología propuesta por el Programa de Monitoreo Sinóptico del Sistema Mesoamericano, en donde se utilizan 4 tipos de métodos de muestreo para la determinación de la biodiversidad y biomasa de las principales especies indicadoras de este ecosistema, incluyendo a las especies de interés comercial.

Se monitorean 9 puntos seleccionados en la parte central y norte de la zona de refugio pesquero (Figura 3). Los sitios de muestreo fueron seleccionados para evaluar cuatro de los tipos de ecosistemas presentes en la zona.

Método de punto de intersección: se registrarán datos de los componentes de cobertura del bentos. Se monitorea la cobertura béntica cada 25 cm por debajo de un transecto de 30 m de largo.

Este monitoreo dará información sobre la riqueza específica, la diversidad ecológica y la cobertura porcentual en la ZRPA.

Método de transecto de línea: se describirá la condición de las colonias coralinas. Se implementarán transectos de 30 m, registrando los datos observados debajo del transecto. Se registrarán datos sobre las especies de corales duros presentes en el sitio como los tamaños de las colonias, enfermedades en el coral, mortalidad y depredación sobre los corales.

Este monitoreo permitirá evaluar la riqueza específica, la diversidad ecológica, las tallas de las poblaciones, el grado de mortalidad parcial porcentual y la prevalencia de afecciones porcentual.

Método de transecto de banda para peces arrecifales: Se implementarán transectos de 30 m, registrando los peces observados a lo largo del transecto y a 1 metro de cada lado del transecto, tomando datos de las especies observadas en el sitio incluyendo las especies claves predeterminadas utilizando una lista de claves, tallas aproximadas de los ejemplares observados y cuantificación de los organismos por especie observada.

Los resultados nos permitirán evaluar la riqueza específica, la diversidad ecológica, la densidad por especie y total, la biomasa por especie y total así como la estructura de tallas de la población.

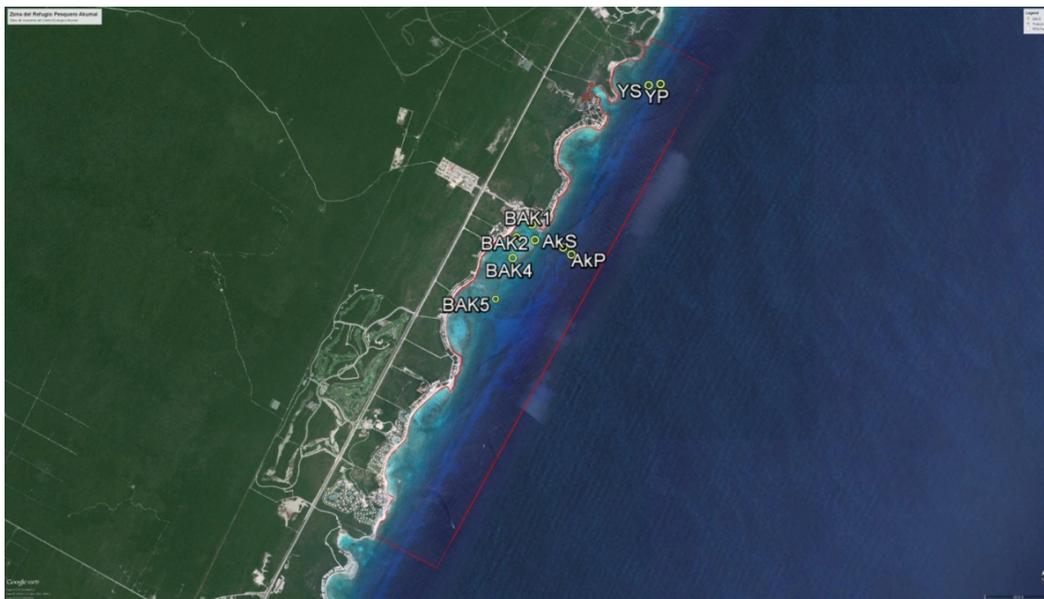


Figura 3 Sitios de muestreo del CEA en la zona del refugio pesquero Akumal.

Tabla 2 Número de transectos por sitio para el muestreo de comunidades arrecifales.

Técnica de Monitoreo	Replicas por sitio
Punto de Intersección	5
Transecto de línea	5
Transecto de banda para peces	10

Tabla 3 Equipo utilizado para el monitoreo de comunidades arrecifales

Equipo	Técnica de Monitoreo
Equipo de Buceo Autónomo	Todas
Cinta métrica de 30 metros	Todas
Plomadas con ganchos	Todas
Lápices	Todas
Tabla de PVC para apuntes	Todas
Formato de monitoreo impreso en papel impermeable	Todas
Guía de identificación	Todas
Tubo de PVC marcado cada 10 centímetros	Transecto de línea y Banda
Barra de "T" de PVC graduada	Transecto de Banda

B) Monitoreo de Langosta

La langosta (*Panulirus argus* y *P. guttatus*) se presenta en la zona propuesta del refugio pesquero Akumal desde las zonas sublitorales someras hasta los 56 metros de profundidad. Encontrándose dentro de los diversos ecosistemas que ocurren en esta área como praderas de mangle, arrecifes profundos y someros. Teniendo mayor actividad durante la noche y permaneciendo ocultas durante el día en oquedades que les brindan protección. Estas oquedades pueden ser de diversos tipos tales como: cuevas, grietas entre las rocas y coral, así como lechos de algas y pastos marinos. Sitios de los cuales salen al anochecer para alimentarse (Briones *et al.* 1997).

Aun cuando estas especies se contemplan durante el desarrollo de los monitoreos de la comunidad arrecifal realizados por el CEA, el llevar a cabo un monitoreo adicional dirigido específicamente sobre estas especies nos brindara información adicional sobre la población de las langostas en la zona del refugio. Debido a sus hábitos nocturnos bentónicos y su preferencia por ocultarse durante la fase diurna, sin un monitoreo específico sobre estos organismos, se pueden perder datos de la población al realizar monitoreos sin un enfoque puntual. Los miembros de la SCPPT capacitados por el personal técnico del CEA, apoyaran en el muestreo científico sumando el conocimiento empírico de la zona que tienen a través de años de pesca.

Se realizaran monitoreos en 12 sitios seleccionados para representar el arrecife somero y el profundo a lo largo de la zona sur del refugio de pesca de Akumal (Figura 4).

Estos muestreos se realizaran con la metodología de transecto de banda, utilizando transectos de 30 metros de largo por 2 m de ancho. Durante el desarrollo del transecto, se realizara una inspección minuciosa en las grietas, cuevas, huecos y debajo de los cabezos de coral para localizar y cuantificar a los organismos escondidos.

A partir de estos datos se estimará la densidad, riqueza específica y la diversidad ecológica.

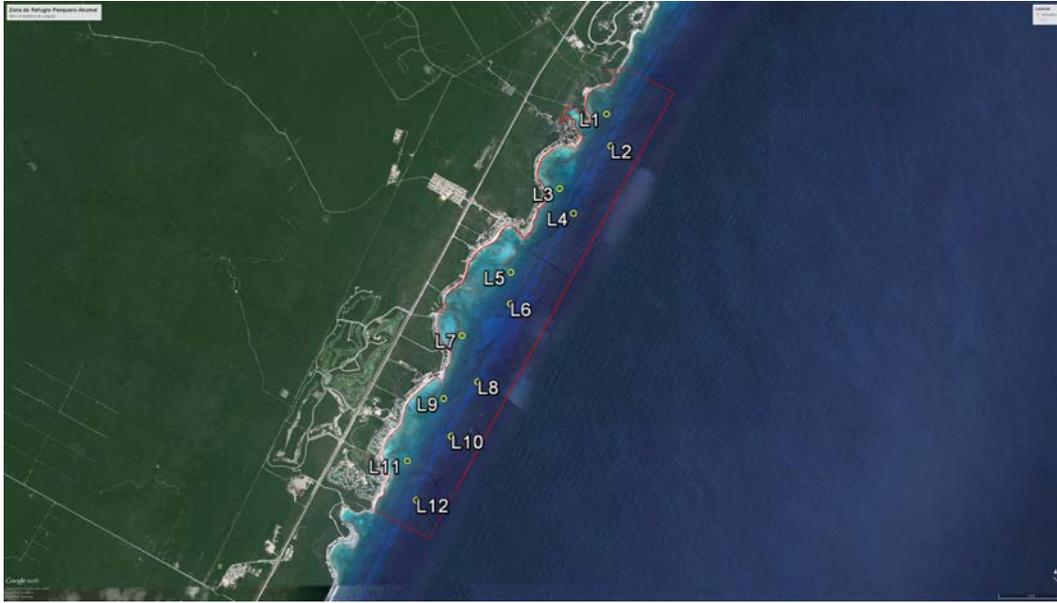


Figura 4 Sitios de muestreo de langosta

Tabla 4 Numero de transectos por sitio para monitoreo de langostas

Técnica de Monitoreo para monitoreo de langostas	Replicas por sitio
Transecto de banda para langostas	5

Tabla 5 Equipo utilizado en el monitoreo de langosta por transecto de banda.

Equipo
Equipo de Buceo Autónomo
Cinta métrica de 30 metros
Plomadas con ganchos
Lápices
Tabla de PVC para apuntes
Formato de monitoreo impreso en papel impermeable

C) Monitoreo de Peces

En el caso del monitoreo de los peces de interés comercial se plantea desarrollar tres tipos de muestreo específicos, esto con el fin de incrementar la base de datos con la cual cuenta el CEA y poder tener una cuantificación más amplia del estado de las poblaciones de estos organismos dentro de la zona de refugio.

Monitoreo de transecto tipo túnel: Se realizarán muestreos en 4 puntos del arrecife profundo ubicados en la zona sur, centro y norte de la zona del refugio pesquero (Figura 7). La selección de estos sitios es a partir de datos obtenidos mediante un monitoreo con ecosonda que se realizó de la zona propuesta para el refugio, durante el cual se obtuvieron datos de agregaciones de peces (Figura 10).

En transectos de 30 metros de largo por 2 metros de ancho, se realizará la identificación, cuantificación y estimación del tamaño de todos los individuos de especies de peces que se observados dentro del espacio que comprende una distancia de 1 m a cada lado del transecto (2 m de ancho), y aproximadamente 2 m hacia el frente (largo del túnel imaginario) hasta recorrer los 30 metros (Figura 5).

Los resultados obtenidos de este tipo de monitoreo nos darán la riqueza específica, la diversidad ecológica, la densidad total, la biomasa total y la estructura de talla por población.

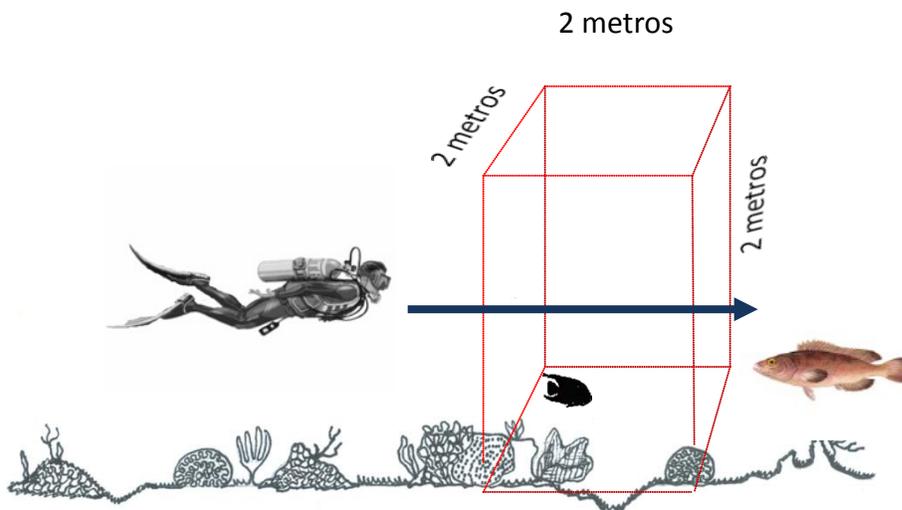


Figura 5 Sitios Esquema de monitoreo de peces en transecto tipo túnel.

Monitoreo con buzo errante: Otra técnica para caracterizar las comunidades de peces, en específico las de interés comercial, que se usara es la de el buzo errante. Utilizando la metodología del transecto tipo túnel, el buzo registra solamente aquellas especies que encuentra dentro de su transecto. El método del buzo errante nos permite el registrar una mayor cantidad de especies ya que el buzo registra todas aquellas que observa dentro de su rango visual al realizar el recorrido. Durante un buceo de nado constante de 30 minutos en patrón de zigzag (Figura 6), se realiza un registro de las especies de peces presentes, la cantidad de organismos y el tamaño o talla aproximada.

Los resultados obtenidos de este tipo de monitoreo nos darán la riqueza específica, la diversidad ecológica, la densidad total, la biomasa total y la estructura de talla por población.

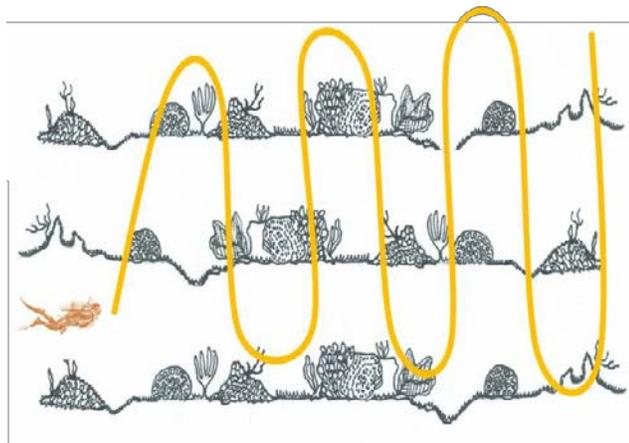
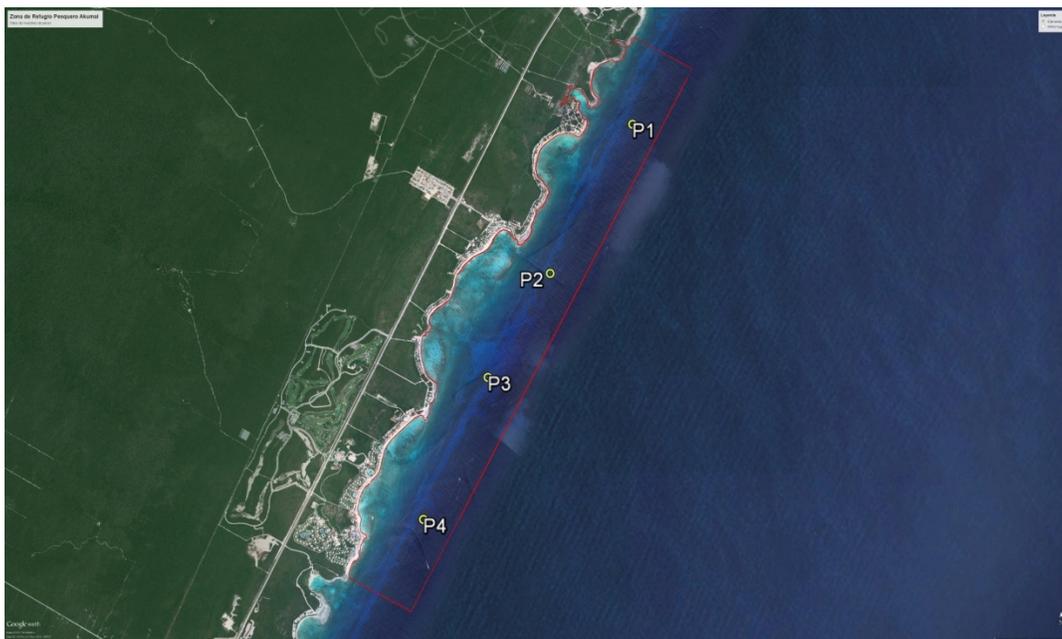


Figura 6 Esquema de monitoreo de buzo errante

Figura7 Sitios de muestreos de peces con el método de buzo errante y transecto tipo túnel.



Monitoreo con cámaras de video subacuático con carnada: Como a profundidades mayores a los 20 metros se tiene un tiempo limitado de muestreo, aunado a que algunas especies de peces presentan un grado de evasión a los buzos utilizando equipo de buceo autónomo, el uso de un sistema de monitoreo remoto presenta una manera practica de obtener información adicional a las técnicas anteriores sobre las diversidad de las poblaciones de peces. El sistema de monitoreo remoto comprende el uso de una cámara de video instalada sobre una estructura de PVC con una atracción natural (carnada).

Este tipo de monitoreo ya ha sido utilizado en diversos lugares como Australia para el monitoreo de aguas dentro de lagunas arrecifales y aguas internas de los arrecifes, determinando la diversidad de especies presentes en los sitios de muestreo (Cappo *et al.* 2007).

En el caso de la zona de refugio pesquero de Akumal, se colocarán los sistemas de cámaras submarinas con carnada (CSC) en cuatro sitios seleccionados por la cercanía a las áreas en las cuales se tiene registro de agregaciones de peces en el arrecife profundo (Figura 9 y 10). Los CSC se dejarán en el sitio de monitoreo una hora y media para la toma de datos y se recuperarán para bajar los datos del registro con video y su análisis. Esta metodología se realizará en horarios diurnos y se realizaran tres réplicas por sitio en diferentes horarios con el fin de abarcar los ciclos circadianos de los peces en los sitios de muestreo (Spieler, 2000). La colocación de las CSC se realizara cuatro veces al año, dos días antes y dos días después de la luna llena. Lo anterior, debido a la relación que existe entre las agregaciones reproductivas con el ciclo lunar (Heyman et al. 2004).

El análisis de la información obtenida se realizara mediante el conteo de las diferentes especies de peces que se observen dentro del área de toma de video de la cámara. De esta manera obteniendo un grado de diversidad de especies que se encuentran en el sitio.

En específico, con esta metodología en el refugio pesquero de Akumal aunado a los datos de diversidad, se pretende lograr la identificación de las especies que generan las agregaciones. Así como obtener un listado de las especies en general que se logren observar mediante el uso de esta metodología.



Figure 8 Esquema de la estructura de PVC para las CSC

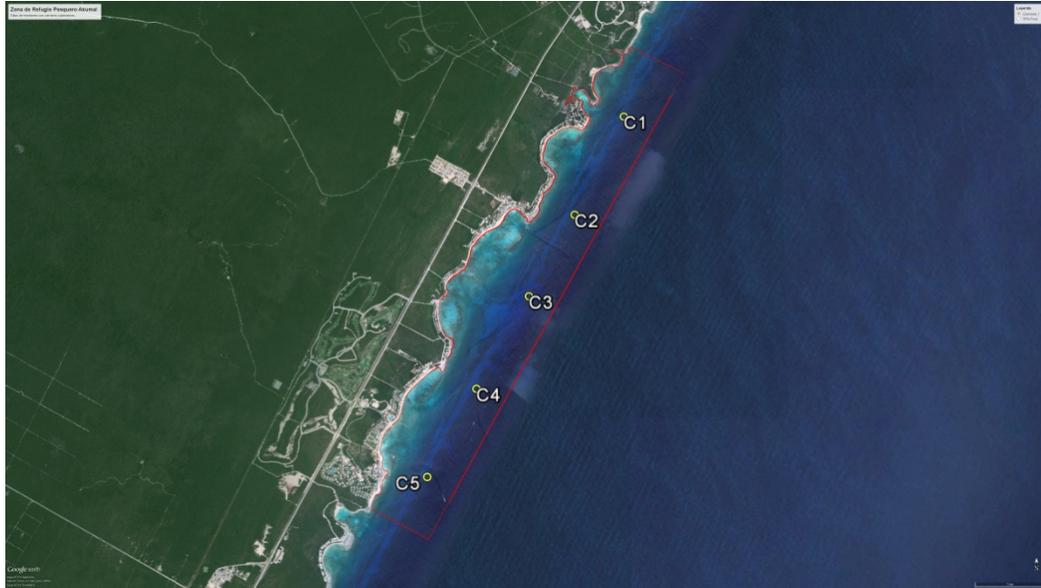


Figura 9 Sitios de monitoreo con cámaras submarinas con carnada (CSC)

Tabla 6 Numero de transectos o replicas por sitio monitoreo peces

Técnica de Monitoreo para peces	Replicas por sitio
Transecto tipo túnel	10
Buzo errante	2
Cámara submarina con carnada	3

Tabla 7 Equipo necesario para el monitoreo de peces

Equipo	Técnica de Monitoreo
Equipo de Buceo Autónomo	Transecto Tipo Túnel/Buzo Errante
Cinta métrica de 30 metros	Transecto Tipo Túnel
Plomadas con ganchos	Transecto Tipo Túnel
Lápices	Transecto Tipo Túnel/Buzo Errante/CSC
Tabla de PVC para apuntes	Transecto Tipo Túnel/Buzo Errante/CSC
Formato de monitoreo impreso en papel impermeable	Transecto Tipo Túnel/Buzo Errante/CSC
Barra "T" de PVC graduada	Transecto Tipo Túnel
Cámaras digitales GoPro	CSC
Memorias Micro SC 16 GB	CSC
Estructura de PVC para CSC	CSC
Profundímetro	CSC
Plomos	CSC
Cabo y Boya	CSC
GPS	CSC

D) Monitoreo de agregaciones de peces por medio de ecosonda.

Algunas especies de interés comercial de peces en el Caribe Mexicano, y en específico en el área de la zona del refugio pesquero de Akumal, crean agregaciones reproductivas durante ciertas épocas del año. Existen registros de estas agregaciones para el mero (*Serranidae* sp) y pargos (*Lutjanidae* sp), entre otras especies (Sala et al. 2003, Aguilar-Perera 2006, Heyman y Wade 2007, Erisman et al. 2010, Aguilar-Perrera y Tuz-Sulub 2011). Estos eventos son de suma importancia para la salud de las especies involucradas. Debido a su importancia comercial y al hecho de que las agregaciones ocurren en el mismo sitio cada año, los sitios de agregación han sido expuestos a la sobrepesca en muchos lugares (Sala et al. 2003, Aguilar-Perera 2006, Heyman y Wade 2007, Erisman et al. 2010, Aguilar-Perrera y Tuz-Sulub 2011) aunque la ubicación constante, año tras año de los sitios, presenta una oportunidad para la protección de esas áreas tan importantes. Los peces, por lo general, solo se agregan durante unos pocos meses del año y solo unos días del mes; esto se relaciona al ciclo lunar y los

peces pueden migrar distancias muy largas para llegar al sitio de desove. El sitio podría ser multi-específico – es decir, varias especies utilizan el mismo sitio durante el año.

Se sabe que los sitios de agregaciones comúnmente se encuentran a profundidades de 20 – 40 metros. El uso de censos batimétricos adaptativos con sonar de un solo haz permite la generación de mapas batimétricos de tres-dimensiones a bajo costo y la ubicación de sitios potenciales de desove. También permite la identificación de cardúmenes de peces a profundidades donde el buceo es difícil (Heyman, 2004).

La embarcación debe trazar cuadrículas sobre el sitio mientras el Fish Finder registra las profundidades geo-referenciadas. El espacio entre las cuadrículas puede cambiar dependiendo en la resolución necesaria. Después del muestro los datos son transferidos a SonarViewer y los pasos descritos en Heyman et al. (2012) usados para generar mapas en el SIG.

Esta metodología dará como resultado la ubicación de sitios de agregaciones de peces que posteriormente pueden ser cualificados mediante el uso de los CSC o a través de un monitoreo visual *in situ* con equipo de buceo autónomo.

Se realizaran cuatro perfiles batimétricos al año para constatar la presencia de estas agregaciones así como lograr la ubicación exacta de sus posiciones.

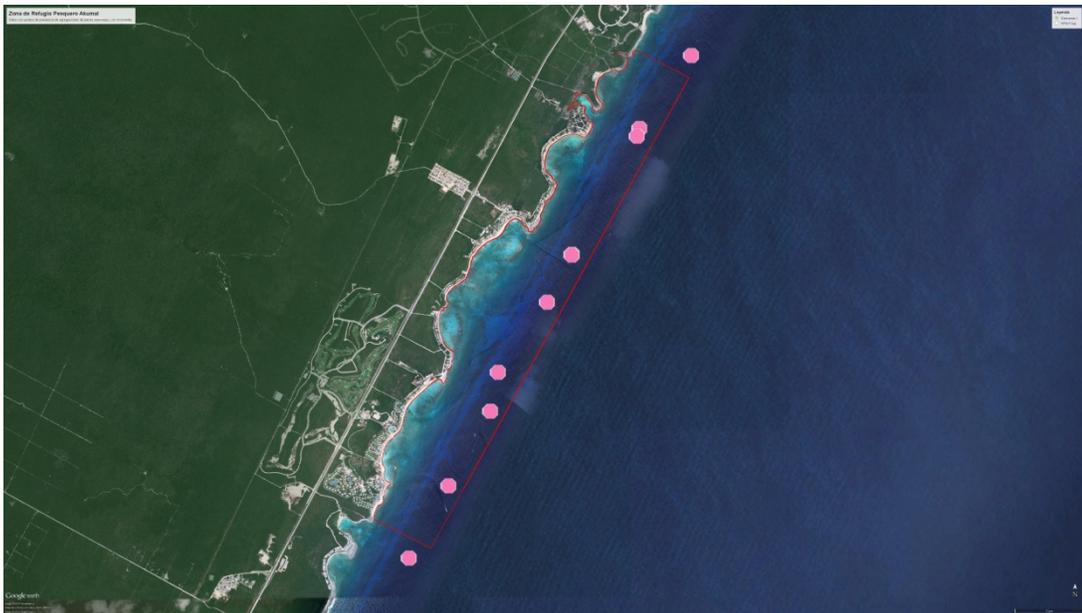


Figura 10 Sitios de agregaciones de peces registradas con ecosonda dentro de la zona del refugio pesquero y cercanas al área.

Tabla 8 Días de desove relacionados a la luna llena. El numero indica el numero de días después de la luna llena cuando se reportan desoves para algunas especies de peces comunes del Caribe (Heyman et al. 2004).

Nombre de la especie	Nombre común	0 11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14 1n	15
<i>Epinephelus striatus</i>	Mero batata				X	X	X	X	X	X	X						
<i>Mycteroperca bonaci</i>	Abadejo									X	X	X	X	X	X	X	
<i>Mycteroperca venenosa</i>	Mero payaso										X	X	X	X	X	X	
<i>Lutjanus jocu</i>	Pargo colorado			X	X	X	X										
<i>Lutjanus cyanopterus</i>	Pargo cubera					X	X	X	X	X	X						
<i>Lutjanus analis</i>	Pargo criollo					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		

Tabla 9 Los periodos de desove más comunes de algunas especies del Caribe. Las X indican la importancia relativa del periodo de desove (Heyman et al. 2004).

Nombre de la especie	Nombre común	Enero	Feb	Mar	Abr	Mayo	Junio	Julio	Ag	Sep	Oct	Nov	Dec
<i>Epinephelus striatus</i>	Mero batata	XXX	XX	X								X	XX
<i>Mycteroperca bonaci</i>	Abadejo		XX	XXX	XXX	X							
<i>Mycteroperca venenosa</i>	Mero payaso		X	XXX	XXX	XX	X						
<i>Lutjanus jocu</i>	Pargo colorado	X	X	XX	XXX	XXX	XXX	XX	X	X	X	X	X
<i>Lutjanus cyanopterus</i>	Pargo cubera			XX	XXX	XXX	XX	X	X	XX	XX		
<i>Lutjanus analis</i>	Pargo criollo			XX	XXX	XXX	XX	X					

Tabla 10 Equipo y software necesario para el monitoreo de agregaciones de peces con ecosonda.

Equipo
Fish Finder Lowrance HD55 con transducer
Sonarviewer v2.1.2
Microsoft Excel
ESRI Arcmap y ARScene SIG
Embarcación tipo Panga
Motor Fuera de Borda

E) Monitoreo comunitario por medio de pesca deportiva de captura y liberación.

Dentro de la zona propuesta para el refugio pesquero de Akumal existen 8 empresas que prestan el servicio de pesca deportiva con número mayor a 30 embarcaciones. El desarrollo apropiado del refugio pesquero como herramienta de manejo depende en gran medida de la aceptación y compromiso de cooperación de estos permisionarios como usuarios directos de los recursos pesqueros de la zona. Es por esto que dentro de este plan de monitoreo se contempla el involucrar directamente a los prestadores de servicio de pesca deportiva a partir de un registro de datos de las piezas capturadas y liberadas dentro de la zona de refugio pesquero así como de los ejemplares capturados en zonas cercanas al refugio. A través de capacitaciones a los capitanes y tripulación de las embarcaciones, se contempla lograr una base de datos que contenga información como:

- Fecha y hora de captura
- Ubicación georreferenciada del sitio de la captura con GPS
- Especies capturadas
- Talla y peso de los ejemplares capturados
- Foto digital

El involucrar a los operadores de pesca deportiva en el monitoreo de la zona de refugio pesquero es sumamente beneficioso al hacerlos partícipe en el manejo de los recursos naturales de los cuales dependen sus ingresos económicos e incrementar el conocimiento de la evolución del refugio pesquero a través de la base de datos generada a partir de su registros. Los datos de las capturas/liberaciones obtenidas dentro del refugio pesquero daran una aproximación de la estructura población de las especies objetivo de esta actividad, así como datos sobre la riqueza específica y diversidad ecológica. Los datos de las piezas capturadas fuera de la zona del refugio pesquero nos apoyaran a definir si existe un fenómeno de desbordamiento de las especies de peces fuera del refugio pesquero.

Tabla 11 Equipo y actividades necesarias para el monitoreo por pesca deportiva.

Equipo y actividades
Talleres de Capacitación
Lápices
Formatos de Registro
Geoposicionadores satelitales

V.- Calendarización de Monitoreos.

Durante el periodo de permanencia del refugio pesquero de 6 años, se realizaran los diferentes tipos de muestreo calendarizados a lo largo de cada año como se presenta en la tabla 11.

Tabla 12 Calendarización de los diferentes monitoreos a lo largo de un periodo anual.

Monitoreo/Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Monitoreo de comunidad arrecifal			X			X			X			
Monitoreo de Langostas			X			X			X			
Monitoreo de Peces con Buceo			X			X			X			
Monitoreo de Peces con CSC		X			X			X			X	
Monitoreo de Agregaciones		X			X			X			X	
Monitoreo con Pesca Deportiva	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabla 13 Indicadores obtenidos por los diferentes tipos de monitoreo.

Monitoreo/Indicador obtenido	Estructuras Poblaciones	Mortalidad parcial Porcentual	Afectaciones o Enfermedades	Diversidad Ecológica	Densidad	Biomasa	Ubicación	Riqueza específica
Monitoreo de comunidad arrecifal	X	X	X	X	X	X		X
Monitoreo de Langostas				X	X			X
Monitoreo de Peces con Buceo	X			X	X	X		X
Monitoreo de Peces con CSC				X				
Monitoreo de Agregaciones							X	
Monitoreo con Pesca Deportiva	X			X				X

VI.- Bibliografía

- Aguilar-Perera, A. 2006. Disappearance of a Nassau grouper spawning aggregation off the southern Mexican Caribbean coast. *Marine Ecology Progress Series*, 327, 289–296
- Aguilar-Perera, A. & Tuz-Sulub, A. 2011. Grouper Spawning Aggregations Off the Yucatan Peninsula, Mexico: Fishing, Management, and Conservation. Proceedings of the 64th Gulf and Caribbean Fisheries Institute, October 31 – November 5, 2011, Puerto Morelos, Mexico
- Briones-Fourzan P, E Lozano, M Cabrera y P Arceo, (1997), "Biología y ecología de las Langostas (Crustacea, Decápoda: Palinuridae). En: D Flores-Hernández, P Sánchez-Gil, JC Seijo y F Arreguin-Sanchez (eds), "Análisis y diagnóstico de los recursos pesqueros críticos del Golfo de México. EPOMEX, UAC. Serie Científica 7, pp 81-99
- Cappo Mike, De'ath Glenn, Speare Peter (2007), Inter Reef vertebrate communities of the Great Barrier Reef Marine Park determined by the baited remote underwater video stations, Australian Institute of Marine Science, *Marine Ecology Progress Series*, Vol 350:209-221, Queensland, Australia
- Callum M. Roberts and Julie P. Wakins, 2000, "Fully Protected Marine Reserves: A guide", WWF Endangered Seas Campaign, 1250 24th Street NW, Washington, DC 20037, USA and Environment Department University of York, York, YO10 5DD, UK.
- Centro Ecológico Akumal (CEA), "Programa de Ordenamiento de la Bahía de Akumal (POBAK), Reportes Anuales 2012 y 2013
- Colín, P.L. D.Y. Shapiro & D. Weiler, (1987),"Aspects of the reproduction of two groupers, *Epinephelus guttatus* and *E. striatus* in the West Indies, *Bulletin Marine Science* 40(2) pp 220-230.
- Erismán, B., Mascarenas, I., Paredes, G., de Mitcheson, Y.S., Aburto-Oropeza, O. & Hastings, P. 2010. Seasonal, annual, and long-term trends in commercial fisheries for aggregating reef fishes in the Gulf of California, Mexico. *Fisheries Research*. 106:279-288.
- Figueroa Zavala Baruch (2014), Programa de Monitoreo Arrecifal, Reporte Anual, Centro Ecológico Akumal, Akumal, Quintana Roo
- Figueroa-Zavala, B. e I. Penié Rodríguez. 2013. Reporte de Resultados del Programa de Monitoreo Arrecifal CEA 2006-2012. Centro Ecológico Akumal, A.C. Reporte técnico.
- Heyman, W., Azueta, J., Lara, O., Majil, I., Neal, D., Luckhurst, B., Paz, M., Morrison, I., Rhodes, K.L., Kjerfve, B., Wade, B. & Requena, N. 2004. Protocolo para el monitoreo de agregaciones reproductivas de peces arrecifales en el Arrecife Mesoamericano y el Gran Caribe. Versión 2.0. Meso-American Barrier Reef Systems Project, Belize City, Belice
- Heyman, W.D. & Wade, B. 2007. Status of reef fish spawning aggregations in Belize. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 58:301-306.

Medina - Quej Alejandro, Herrera-Pavón R., Poot-López G., Sosa-Cordero Eloy, Bolio-Moguel Kelly y Hadad W., (2004), "Estudio Preliminar de la Agregación del Mero *Epinephelus striatus* en "El Blanquizal" en la Costa Sur de Quintana Roo, México", El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal, Chetumal, México.

PISCO (Partnership for Interdisciplinary Studies of Coastal Oceans), (2007), "La ciencia de las reservas marinas" (2nda Edición, Versión para los Estados Unidos). www.piscoweb.org 22 paginas

Sala, E. Aburto-Oropeza, O., Paredes, G & Thompson G. 2003. Spawning aggregations and reproductive behavior of reef fishes in the Gulf of California. *Bulletin of Marine Science*, 72(1), pp. 103-121.

Shapiro, D.Y. Reproduction in groupers. pp 295-327. In: *Biology and Fisheries of groupers and snappers*. S Raslton and J. Polovina (eds.) Westview Press, Boulder, Colorado, USA

Smith, L.C. 1982. "Patterns of reproduction in coral reefs". pp 49-66 In: *The biological bases for reef management*, G.R. Huntsman, W.R. Nicholson & W.W. Fox (eds.) U.S. Department of Commerce, NOAA, NMFS, Beaufort Laboratory, Beaufort, North Carolina, USA.

Spieler, R.E. , 2000, Revisión sobre los ritmos circadianos, frecuencia alimenticia y crecimiento de peces. Pp 220-236, En: Civera-Cerecedo, R., Perez-Estrada, CJ Ricque-Marie D. y Cruz-Suarez, L.E. (Eds.) *Avances en Nutrición Acuícola IV. Memorias del IV Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*. Noviembre 15-18, 1998. La Paz, B.C.S, México.

VII.- Anexos

Adjunto a este documento se entregan archivos digitales de word y excel con los diferentes formatos a utilizar durante el desarrollo de los monitoreos para la captura de datos y determinación de biomasa.

